UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE EIGNUNG MOBILER KURZSTRECKENSEILKRANE BEI DURCHFORSTUNGEN AM STEILHANG

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
des Fachbereichs Forstwissenschaft
der Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt
von
Gerhard Stöhr

1975

München 1974

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE EIGNUNG MOBILER KURZSTRECKENSEILKRANE BEI DURCHFORSTUNGEN AM STEILHANG

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
des Fachbereichs Forstwissenschaft
der Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt
von
Gerhard Stöhr

München 1974

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Tag der Promotion: 18. Nov. 1975

Berichterstatter: Prof. Dr. H. Löffler
Prof. Dr. R. Plochmann

Gedruckt mit Unterstützung des Deutschen Akademischen Austauschdienstes.

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand in den Jahren 1971 bis 1974 am Institut für Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft der Universität Freiburg/Breisgau (1971 - 1972) sowie am Institut für Forstliche Arbeitswissenschaft und Verfahrenstechnik der Universität München (1972 - 1974).

Mein herzlicher Dank gilt vor allem Herrn Prof.Dr.H.D. LOFFLER, der die Untersuchung anregte und stets förderte. Ebenso möchte ich allen Mitarbeitern beider Institute, insbesondere den Herren L. Maier und M. Plettenberg danken, deren Einsatz es ermöglichte, das umfangreiche Versuchsprogramm zu bewältigen. Ferner gilt mein Dank den Herren Dr. J. Bachler, E. Kennel und Dr. J. Timinger für Beratung und wertvolle Hilfe bei der Auswertung des Datenmaterials.

Die Untersuchungen wären nicht durchführbar gewesen ohne die Mitwirkung der Staatlichen Forstämter Staufen II, Hausach und Schönau in Baden-Württemberg, Kürnach und Murnau in Bayern, sowie der Herstellerfirmen Hinteregger, Villach und Daimler-Benz, Gaggenau. Allen Beteiligten sei ganz besonders auch für die Bereitstellung von Personal und Maschinen gedankt.

Schließlich und nicht zuletzt gebührt mein Dank dem Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) in Bad Godesberg für das mir zugeteilte Stipendium.

Finanziert wurden die Untersuchungen aus einer namhaften Forschungsbeihilfe der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Waldbesitzerverbände, aus Zuwendungen des baden-württembergischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Weinbau und Forsten und aus laufenden Haushaltsmitteln der Institute in Freiburg und München.

München, im Dezember 1974

Gerhard Stöhr

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1 EINFÜHRUNG	1
1.1 Das Problem	1
1.2 Die Seilkrantechnik	4
1.2.1 Das Seilkranprinzip	4
1.2.2 Systematik der Seilanlagen	5
1.3 Der mobile Kurzstreckenseilkran "URUS"	8
1.3.1 Technische Beschreibung	8
1.3.2 Arbeitsorganisation	17
1.4. Zielsetzung und Abgrenzung	19
2 METHODIK	20
2.1 Betriebsuntersuchung - Arbeitsversuch?	20
2.2 Räumliche und zeitliche Anordnung der Versuche	21
2.3 Zielgrößen und Einflußfaktoren	27
2.3.1 Einflußfaktor Betriebsmittel	28
2.3.2 Einflußfaktor Arbeitsobjekt	28
2.3.3 Einflußfaktor Arbeitsbedingungen	30
2.3.4 Einflußfaktor Mensch	33
2.4 Datenermittlung	34
2.4.1 Zeitmessung	34
2.4.2 Erfassung der übrigen Daten	39
2.5 Aufbereitung und Auswertung der Daten	40
2.5.1 Fehlerkontrollen und Datenaufbereitung	40
2.5.2 Mathematisch-statistische Auswertung	41
3 ZEITBEDARF und LEISTUNG	44
3.1 Überblick	44
3.2 Zeitbedarf "Anfahrt"	44
3.3 Zeitbedarf "Montage und Demontage"	48
3.3.1 Einflüsse auf den Zeitbedarf pro Aufstellung	48
3.3.2 Einflüsse auf den Zeitbedarf pro Leistungseinheit	54
3.4 Zeitbedarf "Seilbetrieb" (URUS-Station)	58
3.4.1 Untersuchte Varianten	61
3.4.2 Allgemeine Zeiten	66
3.4.3 RAZ pro Fahrtzyklus	69
3.4.3.1 Richtung und Größenordnung der Einflüsse der unabhängigen Variablen	71
3.4.3.2 Vergleich der Verfahren und Varianten	83
3.5 Analyse der Ladestation	88
3.6 Analyse Verstreifen und Gantern	92
3.7 Leistung beim Seilbetrieb	97
3.7.1 Einflüsse auf die Leistung	97
3.7.2 Einflüsse auf das Volumen pro Last	98
3.7.3 Leistungsvergleich zwischen Verfahren und Varianten	117

Seite

4 KOSTEN 122

4.1 Kosten pro Stunde für Betriebsmittel und Personal 122
4.2 Kosten je Leistungseinheit 128
4.3 Kostenvergleich für die verschiedenen Verfahren 129

5 VORAUSSCHÄTZUNG VON ZEITBEDARF, LEISTUNG UND KOSTEN 135

5.1 Grundlagen für die Schätzung 135
5.2 Vorgehen 137
5.2.1 Eingangsdaten 137
5.2.2 Herleitung des Holzanfalles 138
5.2.3 Antransport des Materials 140
5.2.4 Montage und Demontage 140
5.2.5 Seilbetrieb 140
5.2.6 Verstreifen und Gantern 144
5.2.7 Direkte Schlepperbringung 144
5.2.8 Zeitbedarf und Kosten pro Aufstellung 144

6 DISKUSSION 145

6.1 Der KSK-URUS als technisches System und als Arbeitsplatz 145
6.2 Pfleglichkeit - Rückeschäden 149
6.3 Bedeutung von Bringungsrichtung, Seilkrantyp, Eingriffsart und Eingriffsstärke 151
6.3.1 Fixkosten Montage und Demontage 151
6.3.2 Leistung und Kosten beim Seilbetrieb 152

6.4 Auslastungsprobleme 154
6.4.1 Technische Auslastung des Seilkrans 154
6.4.2 Wartezeiten der URUS-Mannschaft 156
6.4.3 Zusammenspiel der Seilbringung mit Verstreifen und Gantern 157
6.4.4 Art der Vorlieferung 159
6.4.5 Einsatzstunden/Jahr 160

6.5 Die Bedienungsmannschaft 161

7 ZUSAMMENFASSUNG 162

8 LITERATURÜBERSICHT 167

9 ANLAGEN

Verzeichnis der verwendeten Symbole

KSK	=	Kurzstreckenseilkran
MSK	=	Mittelstreckenseilkran
LSK	=	Langstreckenseilkran
S	=	Stratifizierungsmerkmal
V	=	Skalierte Variable
EDV	=	Elektronische Datenverarbeitung
RAZ	=	Reine Arbeitszeiten (ohne Verteilzeiten)
GAZ	=	Gesamte Arbeitszeit (mit ")
AZ	=	Allgemeine Zeiten (= Verteilzeiten)
WRT	=	Wartezeiten
SAZ	=	Allgemeine Zeiten einschl.Wartezeiten (bei Montage und Demontage)
TL	=	Trassenlänge
ND	=	Mittlere Hangneigung
NM	=	Maximale Hangneigung
ENM	=	Strecke der maximalen Hangneigung
AAG	=	Aufarbeitungsgrad des Holzes
SAT	=	Zahl der Zwischenstützen (Sättel)
ZAR	=	Zahl der Arbeiter
lin	=	linearer Funktionstyp
ln	=	logarithmischer Funktionstyp (Basis e)
q	=	quadratischer Funktionstyp
rez	=	reziproker Funktionstyp
$V_i \ldots V_9$	=	Verfahren
TE	=	Transportentfernung am Tragseil
BE	=	Beizugsentfernung zum Tragseil
VL	=	Volumen pro Last
STL	=	Stückzahl pro Last
VST	=	mittl.Stückvolumen pro Last
L	=	Last
F	=	Fahrtzyklus
m^3(r)o.R.	=	Kubikmeter Rundholz ohne Rinde
Efm "	=	Erntefestmeter ohne Rinde

Die übrigen verwendeten Symbole werden jeweils im Text erklärt.

1. Einführung

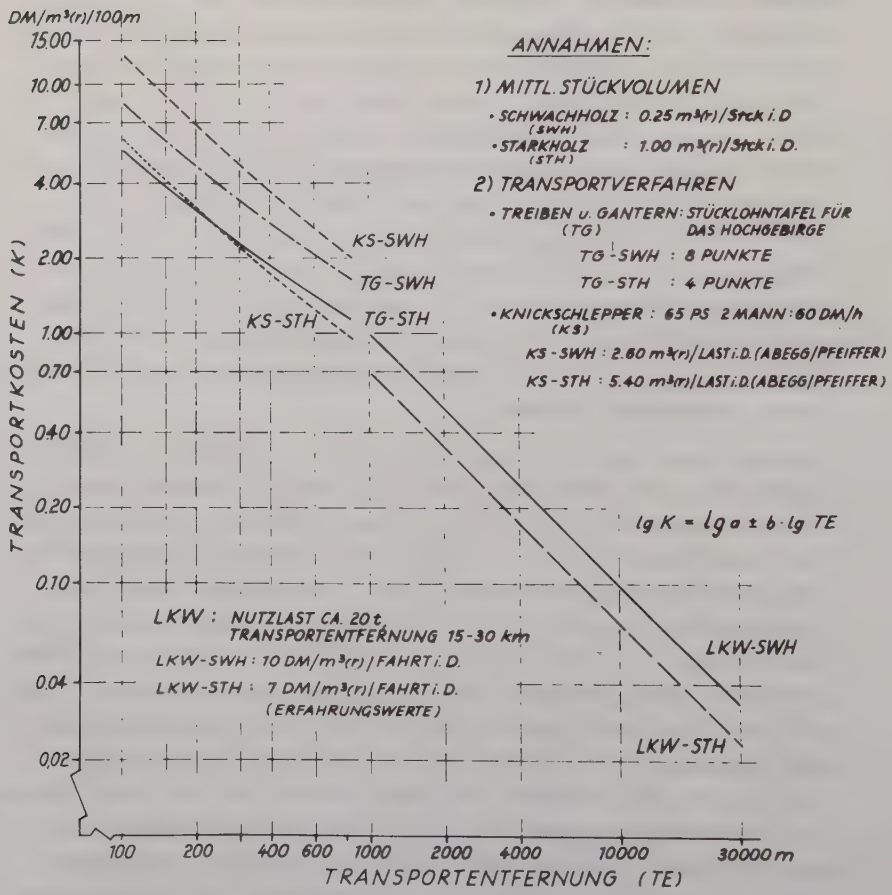
1.1 Das Problem

Die Rationalisierungsmaßnahmen bei der Holzernte betrafen bislang hauptsächlich Waldungen der maschinenfahrbaren Lagen. Hier sind zahlreiche Fortschritte zu verzeichnen: Verlagerung arbeitsintensiver Teilarbeiten vom Bestand auf die Waldstraße oder auf zentrale Aufarbeitungsplätze unter Einsatz mobiler und stationärer Maschinen und Verwendung leistungsfähiger Rückemittel. Ein nennenswerter Teil des mitteleuropäischen Waldes stockt jedoch auf stark bis sehr stark geneigten oder aus anderen Gründen, z.B. wegen Blocküberlagerung, nicht maschinenfahrbaren Lagen. So weist etwa die bayerische Großrauminventur (FRANZ 1973, KENNEL 1972) rd. 16 % der Gesamtwaldfläche Bayerns und rd. 7 % der Pflegebestände (31 - 80 j.) auf Lagen mit mehr als 29 % Neigung aus. Zum schwierigsten Problem bei der Bewirtschaftung dieser Wälder zählt der Transport des geernteten Holzes vom Stock bis an die Straße, wobei die Schwierigkeiten mit absinkender Stückmasse zunehmen.

Steigen schon im einfachen Terrain die Transportkosten pro Leistungs- und Entfernungseinheit vom Ferntransport über den Transport auf der Waldstraße zum Transport zwischen Stock und Waldstraße stark an, so gilt dies noch in weit stärkerem Maße für schwieriges Terrain. Abb. 1 veranschaulicht diese Zusammenhänge bei derzeitigen Kosten für süddeutsche Gebirgsverhältnisse. Je für Schwach- und Starkholz wurden die Transportkosten pro Festmeter und 100 m Transportentfernung innerhalb der üblichen Transportweiten bei mittleren Leistungen pro Zeiteinheit berechnet. Für die Transportphase Stock → Ganter sind die Verhältnisse beim Treiben und bei der Rückung mit Knickschlepper dargestellt. Im doppelt logarithmischen Netz strecken sich die Kostenlinien zu Geraden. Nimmt man beispielsweise an, Starkholz werde zunächst 200 m getrieben, sodann 400 m mit Schlepper zum Ganterplatz gerückt und schließlich 30 km mit Langholz-Lkw zum Sägewerk transportiert,

Abb. 1

TRANSPORTKOSTEN FÜR SCHWACHHOLZ UND STARKHOLZ



so verhalten sich die Einheitskosten (pro m^3(r) und 100 m) dieser 3 Phasen wie 135 : 75 : 1.

Als Folge des hohen Zeitaufwandes pro Leistungseinheit sowie des Mangels an Arbeitskräften, der dadurch stark steigenden Kosten bei den herkömmlichen Verfahren, teils aber auch als Folge von zeitweiligen Absatzschwierigkeiten, sind in den zurückliegenden Jahren Durchforstungen im schwierigen Gelände, insbesondere am Steilhang, mehr und mehr unterblieben. Die Meinungen darüber, ob im Bergwald überhaupt durchforstet werden soll, gehen auseinander. In der Mehrzahl der Fälle sprechen indessen ertragskundliche, wirtschaftliche und waldbauliche Erwägungen für Pflegeeingriffe.

Die bisherige Durchforstungsart am Steilhang war vorwiegend der selektive Eingriff mit anschließend händischer Lieferung oder - allerdings selten - der Bodenzug mit Schlepperwinde. Lieferung von Kurzholz herrscht, selbst bei Starkholz, vor. Die Bringung langer Schäfte, zumal in Rinde oder gar als Vollbaum, scheidet bei diesem Transportverfahren aus oder ist im Falle des Bodenzugs sehr störanfällig, wenig produktiv und in der Reichweite begrenzt. Damit entziehen sich solche Durchforstungshiebe auch den Möglichkeiten der Mechanisierung mancher Teilarbeiten, wie Entasten, Entrinden, Einschneiden, außerhalb des Bestandes. Im übrigen ist das Treiben, vor allem von langem Holz, in Durchforstungsbeständen wegen der unvermeidlichen Schäden am verbleibenden Bestand kaum zu vertreten. Es gehört deshalb zu den dringlichsten Aufgaben im Bergwald, Transportverfahren zu entwickeln, die bei möglichst hoher Boden- und Bestandespfleglichkeit höhere Arbeitsproduktivität und niedrigere Kosten erwarten lassen.

Zwei Möglichkeiten bieten sich beim derzeitigen Stand der Technik an:

Man kann durch ein relativ dichtes Netz von Maschinenwegen die steilen Hänge dem Schlepper zugänglich machen und den Beizug der Stämme mit der Seilwinde im Bodenzug auf ein vertretbares Maß verkürzen. Dieses Konzept ist jedoch wegen hoher Baukosten (Fels) oder aus Aspekten der Landschaftspflege

(labile Böden, Erosion, Landschaftsbild) nur begrenzt realisierbar.

Man kann sich zum andern des Seilkrans bedienen. Diese Lösung bietet sich umso mehr an, als die Erschließung vieler Bergwälder mit Hauptfahrwegen inzwischen einen Stand erreicht hat, der den Einsatz von Kurzstreckenseilkranen (KSK) erlaubt, und die KSK in den letzten Jahren in technischer Hinsicht wesentlich verbessert werden konnten.

Die Seilbringung wurde bislang überwiegend bei stärkerem Holz und in Endnutzungen angewandt (11 % des Gesamteinschlags 1973 der bayerischen Gebirgsforstämter, nach: Hauer- u. Bringerlohnstatistik 1973). Dagegen fand sie beim schwächeren Holz und in Durchforstungen nur vereinzelt und mehr versuchsweise Anwendung, so insbesondere in Norwegen (OSWALD, 1971; SAMSET, 1969), in Schottland (DRUMMOND et al., 1971), in USA (CARSON, 1971; O'LEARY, 1969; SINNER, 1973) und in Japan (OKAWARA, 1971). Erst als es der Industrie in jüngster Zeit gelang, die Mobilität dieser Aggregate wesentlich zu erhöhen, eröffneten sich auch für Durchforstungseingriffe wirtschaftlich und ökologisch interessante Einsatzmöglichkeiten. Für mitteleuropäische Verhältnisse bietet sich in erster Linie der in Österreich entwickelte mobile KSK "URUS" an.

1.2 Die Seilkrantechnik

1.2.1 Das Seilkranprinzip

Die Entwicklung der Seilkrane wurde schon mehrfach und ausführlich beschrieben, u.a. von GIORDANO (1959), HAFNER (1964) und PESTAL (1961, 1969, 1971). Auf neuere Aggregate wird im Kapitel 1.2.2 eingegangen.

Bei der Bringung am Steilhang mittels Seilkran ergeben sich gegenüber den Alternativen Treiben, Schlitten- und Schleppertransport generell folgende Vorteile:

1. in hohem Maße geländeunabhängig (Blockschuttüberlagerung, Schluchten, Sümpfe, Steilhänge usw.);

2. weitgehend witterungsunabhängig;
3. besonders pfleglich gegenüber dem Boden, dem verbleibenden Bestand (Durchforstungen) und dem gebrachten Holz;
4. mäßige Anforderungen an die Wegedichte, da mobile Seilkräne Flächen von 300 - 400 m Länge und ca. 100 m Breite bestreichen können (Flächenwirksamkeit! - darunter verstehen wir die Möglichkeit, das Holz beidseits des Tragseils aus Entfernungen bis ca. 80 m heranzuziehen);
5. ergonomisch günstiger gegenüber Treiben und Schlittenbringung.

Dem stehen folgende Nachteile gegenüber:

1. praktisch nur zum Abtransport von Holz, Personentransport in der Regel ausgeschlossen, somit zusätzliche Begehungswege erforderlich (Forstschutz, Bestandesbegründung und -pflege, Aufsicht usw.);
2. bei mobilen Anlagen keine dauernde Betriebsbereitschaft, Zwangsnutzungen und sonstige kleine Holzanfälle zwischen dem Aufstellungsturnus bereiten Schwierigkeiten;
3. kein direkter Übergang auf das öffentliche Verkehrsnetz möglich, Umladung erforderlich;
4. relativ geringe Transportkapazität pro Zeiteinheit, Transportkapazität unelastisch;
5. hohe fixe Kosten für Montage und Demontage, daher Zwang zum Transport großer Holzmengen pro Aufstellung und Gefahr von konzentrierten Nutzungen;
6. hohe Anforderungen an das Montagepersonal;
7. verglichen mit Schlepperbringung relativ hoher Anteil der Personalkosten an den gesamten Transportkosten, somit stark lohnkostenabhängig;
8. dauernde Gliederung der Waldfläche wird nicht erreicht.

1.2.2 Systematik der Seilanlagen

Die Anfänge der Seilbringung gehen auf die Zeit um die Jahrhundertwende zurück. Erste Seilkrane datieren aus den Jahren vor dem 2. Weltkrieg. Regionale Schwerpunkte der Entwicklung von Seilanlagen (nicht nur von Seilkranen) zum Holztransport

waren lange Zeit nur der pazifische Westen Nordamerikas und der europäische Alpenraum. In jüngerer Zeit haben auch Norwegen, das United Kingdom (Schottland), Japan und die USSR wesentliche Beiträge geleistet.

Abhängig von den örtlichen Gegebenheiten entstanden im Laufe der Jahrzehnte währenden Entwicklung vielfältige technische Lösungen. Selbst Experten fällt es heute nicht leicht, den Überblick zu wahren, zumal sich die Bezeichnung der verschiedenen Anlagen bis heute nicht nach einheitlichen Grundsätzen richtet. Insbesondere die nordamerikanische Nomenklatur der Seilanlagen ist für europäische Forstleute nur schwer ergründbar.

Es wurden mehrfach Versuche unternommen, die technischen Modifikationen systematisch zu ordnen. Als Klassifizierungsmerkmale für Seilkrane wählte man beispielsweise ihre Reichweite; so ergaben sich die Kurz- (KSK), Mittel- (MSK) und Langstrekkenseilkrane (LSK). Ein neuerer Vorschlag von SAMSET (1971) ordnet die Seiltransportanlagen schwerpunktmäßig nach dem Gelände ein. Sein Ziel war jedoch, nur eines der möglichen Elemente aufzuzeigen, die bei einer verfahrensbedingten Geländeklassifikation verwendet werden können. Wir meinen, daß die Merkmale Mobilität und Arbeitsprinzip einer Gliederung und Zuordnung der forstüblichen Seilanlagen zugrunde liegen sollten. Wie aus Tab. 1 zu entnehmen ist, können technische Details in der Ausrüstung einer Anlage zur weiteren Stratifizierung dienen.

Bei der Mobilität unterscheiden wir drei Kategorien: Stationäre, halbstationäre und mobile Anlagen. Erstere sind mehr oder minder ortsfeste Daueranlagen für einen längeren Zeitraum, ihrem Wesen nach ersetzen sie eine Straße, sind jedoch für die Walderschließung heutzutage ohne größere Bedeutung. Bei halbstationären Anlagen sind die Montage- und Demontagearbeiten weniger aufwendig, somit ist ein häufigeres Umsetzen derselben möglich; diese Anlagen sind nur bedingt selbstfahrend (Schlitten- und Radwinden). Mobile Seilanlagen verfügen über ein Fahrgestell mit Eigenantrieb, auf dem alle Winden

Tab. 1: SYSTEMATIK DER SEILANLAGEN

Arbeitsprinzip			MOBILITÄT			REICHWEITE						TECHNISCHE MERKMALE												
			Stationär	Halb-stationär	Mobil	100–500 m	400–1000 m	900–1500 m	>1500 m	Bringungs-richtung	Flächen-wirksamkeit	Tragseil-stützen	Tragseil	Zugseil	Rückhol-seil	Endlos-seil	Abteuf-seil	Hubseil	Lauf-werke	Stell-apparate	Lastbefesti-gung: Gehänge	Lastbefesti-gung: Choker	Lastbefesti-gung: Greifer	Ballon
Tragseilverfahren	Fixe Tragseilspannung (FTS)	Seilbahn mit Umlaufbetrieb	xx	x				x	xx	(↑) ↓		xx	2			1			mehrere	FIXE STATIONEN	xx			
		Seilbahn mit Serienbetrieb	x	xx			x	xx	x	(↑) ↓		xx	1			1			mehrere		xx			
		Seilbahn mit Pendelbetrieb u. offenem Seil	x	xx		x	xx	x		↑ ó ↓		xx	1	1					1		xx			
		Seilbahn mit Pendelbetrieb u. geschlossenem Seil	x	xx		x	xx	x		↑↓		xx	1			1			1		xx			
		Seilkran mit offenem Seil		xx	xx	KSK xx	MSK x			↑ ó ↓	xx	x	1	1					1	(1–2)		xx		?
		Seilkran mit geschlossenem Seil		xx	xx	KSK xx	MSK xx	LSK x		↑↓	xx	x	1	(1)	(1)	(1)	(1)	1	1	(1–2)		xx		?
	VTS	Seilkran mit offenem Seil		x	xx	xx	x			↑ ((↓))	x(x)		1	1				((1))	1			xx		x
		Seilkran mit geschlossenem Seil		x	xx	xx	x			↑↓	x(x)		1	1	1			((1))	1			xx	xx	x
Hochschlepp-verfahren	m. Laufwerk	Seilkran mit geschlossenem Seil		x	xx	xx	x			↑↓	xx		0	1	1		1	1	1			xx	xx	x
		Tragrolle mit geschlossenem Seil		x	xx	xx				↑↓	xx		0	1	1			((1))	1			xx		x
	o.L.	Schäkel mit geschlossenem Seil		x	xx	xx				↑ ((↓))	xx		0	1	1			((1))	0			xx		x

VTS = Variable Tragseilspannung
o.L. = ohne Laufwerk
x = möglich
xx = geeignet

↑ = bergauf
↓ = bergab
↑ó↓ = je nach Position der Winde bergauf oder bergab

(()) = vorwiegend bei Ballon-Seilbringung

und ein Kippmast oder ein schwenkbarer Auslegarm montiert sind. Diese Aggregate sind sehr ortsbeweglich und können in relativ kurzer Zeit auf- und abgebaut werden.

Beim Arbeitsprinzip können wiederum drei Gruppen unterschieden werden: Tragseilverfahren, Hochschleppverfahren und Bodenzugverfahren. Letzteres wird im folgenden nicht weiter erwähnt, da es einerseits allgemein bekannt ist und andererseits keiner besonderen Seiltechnik bedarf.

Das Hochschleppverfahren verwendet eine oder mehrere Hochführungsrollen, die an einem Rückemast (stationär) oder Kippmast (mobil) befestigt sind und die es ermöglichen, das Holz im Kopfhochverfahren heranzuziehen. Dieses Verfahren wird seit der Jahrhundertwende in den Pazifikstaaten der USA und Kanada verwendet, zuerst ohne, später dann mit Laufwerk.

Das Tragseilverfahren verfügt als markantestes Merkmal gegenüber dem Hochschleppverfahren über ein hochgeführtes, spannbares Tragseil, auf dem mittels Laufwerken verschiedenster Art Lasten befördert werden. Man unterscheidet hier grundsätzlich zwei Typen: Anlagen mit fixer Tragseilspannung (FTS) und mit variabler Tragseilspannung (VTS). Erstere entstanden in Europa, letztere in USA und Kanada.

Die wichtigsten technischen Merkmale der verschiedenen forstüblichen Seilanlagen sind - soweit möglich - in Tab. 1 berücksichtigt.

1.3 Der mobile Kurzstreckenseilkran "URUS"

1.3.1 Technische Beschreibung

Der URUS-Seilkran verfügt über einen hydraulisch aufrichtbaren Kippmast, der in Fahrtstellung über die Kabine des Trägerfahrzeugs umgelegt ist und bei längeren Überstellungsfahrten taschenmesserartig zusammengeklappt werden kann. Je nach Seilkrantyp kommen 3 - 4 Winden hinzu, die alle über die Zapfwelle des Trägerfahrzeugs angetrieben werden. Im Falle unserer Versuche handelte es sich bei dem Trägerfahrzeug um einen Unimog

der Fa. Daimler-Benz. Bei den neueren Typen ist eine Zweigangzapfwelle eingebaut, die direkt von der Windenführerkabine aus bedient wird und Kranwagen-Fahrgeschwindigkeiten von ca. 0,9 - ca. 4 m/sec. ermöglicht. Die Verankerung des Trägerfahrzeuges mit Mast erfolgt mit 2-4 Seilen, die sternförmig von der Mastspitze zu den im Gelände gewählten Verankerungspunkten (Bäume, Baumstumpen, Felsen, "Tote Männer" usw.) laufen. Die Seile werden über die jeweiligen Verankerungsseiltrommeln, die auf dem Trägerfahrzeug montiert sind, gespannt. Der Mast wird auf dem Boden abgestützt.

Bei Bergauftransport treten nur Tragseil und Zugseil in Tätigkeit, das Rückholseil ist Montagebehelf und dient dem evtl. Heraufziehen der Stämme von der talseitigen Böschung auf das Wegplanum. Bei Bergabbringung oder bei Trassen mit zu flacher Neigung, wo der Schwerkraftrücklauf des Laufwerks nicht mehr gewährleistet ist, tritt auch das Rückholseil in Aktion. Um dabei eine Gefährdung des Bodenpersonals zu vermeiden, wird es immer in einem gewissen Abstand von der Seiltrasse über Umlenkrollen zum anderen Trassenende geführt. Größere URUS-Typen verfügen noch zusätzlich über eine ebenfalls vom Unimog angetriebene Hilfstrommel, die für Montagezwecke dient.

Die Stärke des URUS liegt wie bei allen mobilen Kippmastkranen in seiner raschen Ortsbeweglichkeit. Dazu kann beim Bergauftransport jedes beliebige Seillaufwerk verwendet werden, vom einfachen Hubrollenwagen bis hin zum automatischen Seilkranwagen. Die einfachen Laufwerke erfordern zusätzlich an der Lade- und Entladestation einen auf das Fahrwerk abgestimmten Stellapparat. Durch das Einrasten des Laufwagens in den Stellapparat wird ein Mechanismus in Gang gesetzt, der es erlaubt, an der Beladestation den Haken im Laufwagen zu entriegeln und den Haken mit Zugseil zu Boden gehen zu lassen (seitliches Ausziehen des Zugseiles ist möglich). Erst nach dem Beiziehen und Anheben der Last sowie dem Einklinken des Hakens im Laufwagen wird letzterer vom Stellapparat freigegeben. Während der ganzen Fahrt verhindert eine Sperrvorrichtung ein Ablassen der Last. Erst nach dem Einrasten des Laufwagens in den Stellappa-

rat der Entladestation wird ersterer arretiert und die Last freigegeben. Der obere Stellapparat wird für das Ausklinken des Laufwagens (Beginn der Leerfahrt) von Hand durch ein Seil bedient. Seilkranautomaten hingegen bedürfen keiner Stellapparate; ihre eingebaute Klemmautomatik, durch Fahrtrichtungswechsel oder einstellbaren Zeitschalter gesteuert, ermöglicht ein Be- und Entladen an jeder beliebigen Stelle des Tragseils (Seilkranprinzip). Das Holz wird grundsätzlich im Kopfhochverfahren gebracht. Die Höhe des Kippmastes erlaubt es, auch an Steilhängen das Holz bis auf das Wegplanum zu seilen. Alle Seile führen über schwenkbare Rollen, die im oberen Teil des Mastes angebracht sind.

Die Reichweite dieser KSK ist je nach URUS-Typ unterschiedlich (250-500m) und wird mehr oder weniger vom Fassungsvermögen der Seiltrommeln begrenzt. In Ausnahmefällen kann durch Verlängerung des Tragseiles (mit Konuskupplung) um 100 - 250 m die Transportentfernung entsprechend vergrößert werden.

Der seitliche Zuzug ist variabel (ca. 10 - 50 m senkrecht zum Tragseil) und hängt von der Nutzungsart, der Bestandesdichte, dem Aufarbeitungsgrad und vom Gelände ab, so daß Flächen von ca. 0,6 ha bis ca. 3 ha überstrichen werden können.

Während unserer Untersuchungen nahmen die Hersteller sowohl des Unimogs als auch des URUS einige Verbesserungen vor (z.B. Steigerung der Motorleistung des Unimogs, Vergrößerung der Arbeitsdistanz des URUS usw.). Da einerseits ihre Bedeutung für das Arbeitsprinzip unwesentlich ist und andererseits die alten Modelle ausliefen, werden nachfolgend die jeweils neuesten Typen, die bei den Untersuchungen eingesetzt waren, beschrieben.

URUS 300 - 1,5 to System Hinteregger

Dieser KSK hat eine maximale Arbeitsdistanz von ca. 300 m (ca. 500 m mit Verlängerungsseil) und eine Tragkraft von 1,5 to. Das Trägerfahrzeug war im Fall unserer Untersuchungen ein Mercedes-Benz-Unimog, Typ U 66/403 oder Typ U 84/406

mit einer schaltbaren Zweigangantriebszapfwelle, Bereifung: 10,5 - 20'', 10 PR, kurzer Ladepritsche (1890x1470 mm), hydraulischer Servolenkung, Vierradantrieb, Achtgangschaltgetriebe (sechs vor, zwei zurück) und Führerhaus mit Stahlkabine.

Das Seilgerät besteht aus einem URUS-Aufbau-Grundrahmen, einer Gelenkwelle zur Unimog-Zapfwelle, Vorgelege-Bremse, Führersitz (neuerdings mit heizbarer Kabine), einer Bodenabstützung und einer Masthebehydraulik, einer Tragseilwinde mit Ablaufbremse und Vorgelege, einer Hauptwinde (Zugseilwinde) mit Konuskupplung, Scheibenbremse, Bandbremse und Vorgelege, einer Aufsatzwinde (Rückholseilwinde) mit Konuskupplung, Scheibenbremse und Bandbremse, einem 6 m hohen einseitig abstützbaren Kippmast mit angebauten Verankerungsseiltrommeln mit Handkurbel und Sperrklinke. Auf dem Mastkopf sind rundum schwenkbare Tragseil- und Zugseilrollen, Tragseil- und Ankerseilklemmen angebracht (s. Abb. 2 und 3). Das Tragseil ist 330 m lang, hat einen Durchmesser von 18 mm und eine rechnerische Bruchlast von 23.200 kg. Die Ankerseile (2 - 4) sind je 50 m lang, 16 mm stark und haben eine rechnerische Bruchlast von 17.000 kg. Das Zug- und Rückholseil ist 330 m bzw. 600 m lang, Durchmesser je 10 mm, rechnerische Bruchlast je 5.300 kg.

Der Seilkran besteht beim Bergauftransport aus einem vierrolligen Laufwagen, Kuppelapparat mit Lasthaken und Kupplungssperre sowie aus zwei Stellapparaten mit Kniehebelschraubklemme (für Beladestelle Stützen-überfahrbar und vollautomatisch, für Entladestelle nicht-Stützen-überfahrbar und halbautomatisch). Die Kranwagenfahrgeschwindigkeit kann zwischen 0,9 und 4,0 m/sec. variieren. Beim Bergabtransport wird ein vollautomatischer Seilkran (Tricamat) verwendet. Zur Ausrüstung gehören noch diverse Klobenräder, Umlenk- und Montagerollen, Seilschuhe, Seilschlingen, Ladeschlingen, Seilarmaturen, Montagewerkzeuge und Funkgeräte. Für eine Tragseilverlängerung kann auf der Ladepritsche eine Tragseilzusatztrommel mit ca. 250 m Zusatztragseil mitgeliefert werden.

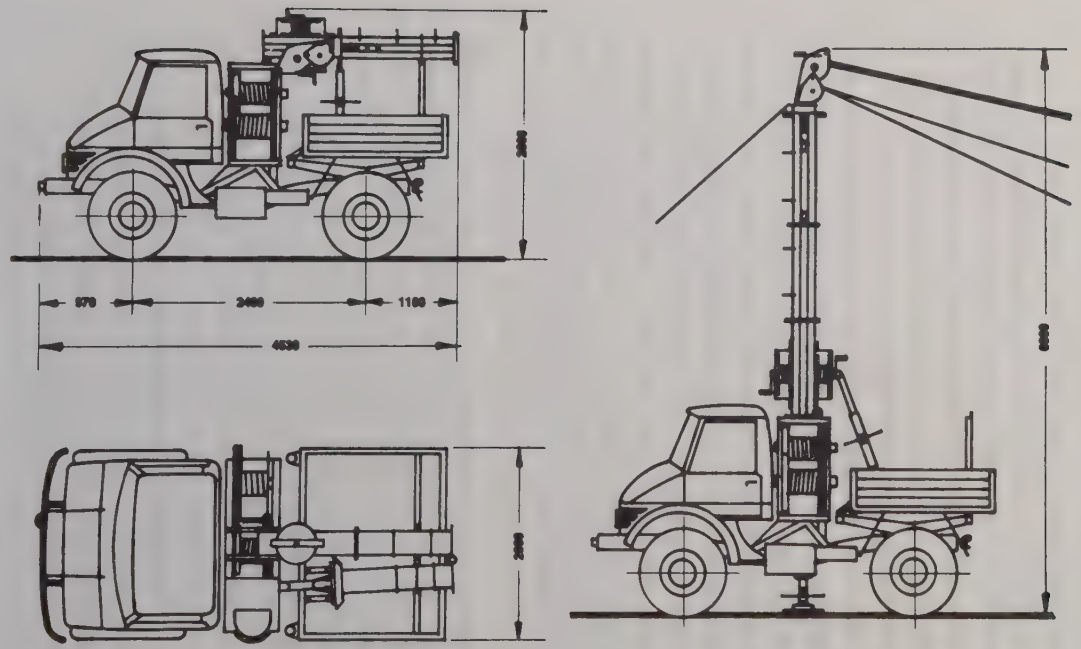


Abb. 2 Schematische Darstellung des KSK-URUS 250-1,5t
(Werkskizze Hinteregger)

Abb. 3 KSK-URUS 250-1,5 bei Bergabbringung von Fi-Rohschäften im FoA Murnau, OFoD München

URUS 300 - 2,5 t System Hinteregger

Der Kurzstreckenseilkran URUS 300 - 2,5 t verfügt über eine maximale Arbeitsdistanz von ca. 300 m (ca. 500 m mit Verlängerungsseil) und eine Tragkraft von 2,5 t. Als Trägerfahrzeug wurde in unserem Falle ein Mercedes-Benz-Unimog verwendet, Typ U 90/416 mit einer schaltbaren Zweigangantriebswelle, Bereifung: 10,5 - 20 '', 10 PR oder 12,5 - 20'', 10 PR, mit Langchassis, hydraulischer Servolenkung, Vierradantrieb, Achtgangschaltgetriebe (6 vor, 2 zurück) und einem Führerhaus mit Stahlkabine.

Das Seilgerät besteht aus einem URUS-Aufbau mit Grundrahmen in verwindungsfreier Dreipunktlagerung, einer Gelenkwelle zur Unimog-Zapfwelle, einem Winkelgetriebe, einem Führersitz mit oder ohne Führerstahlkabine und einer auf alle Winden wirksamen Vorgelege-Bandbremse, einer Tragseilwinde mit Vorgelege und Bandbremse, einer Hauptwinde (Zugseilwinde) mit Konuskupplung, Scheibenbremse, Bandbremse und Vorgelege, einer Rückholwinde (Rückholseil) und Konuskupplung, Scheibenbremse und Bandbremse und einer Hilfswinde mit Konuskupplung und Scheibenbremse. Der hydraulisch aufrichtbare, einseitig abstützbare Mast ist 8,7 m hoch, einklappbar, mit Fußschraubspindel und Bodenplatte am Boden fixierbar, um 180 Grad schwenkbaren Trag-, Zug- und Hilfsseilrollen, Trag- und Ankerseilklemmen und schließlich auch angebauten Verankerungsseiltrommeln mit Handkurbeln und Sperrklinken.

Das Tragseil ist 330 m lang, 22 mm stark und hat eine rechnerische Bruchlast von 34.400 kg; die Ankerseile (2 - 4) sind je 50 m lang, haben einen Durchmesser von 20 mm und eine rechnerische Bruchlast von 28.150 kg. Zug- und Rückholseil sind 350 bzw. 650 m lang, Durchmesser je 12 mm und rechnerische Bruchlast je 9.300 kg. Das Hilfsseil ist 630 m lang, 5,7 mm stark und hat eine rechnerische Bruchlast von 2.000 kg. Die KSK-Ausstattung ist die gleiche wie für den URUS 300 - 1,5 t, lediglich mit dem Unterschied, daß alle Teile auf eine Tragkraft von 2,5 t abgestimmt sind. Die Kranwagenfahrgeschwindigkeit variiert in diesem Fall von 0,5 - 3,5 m/sec.

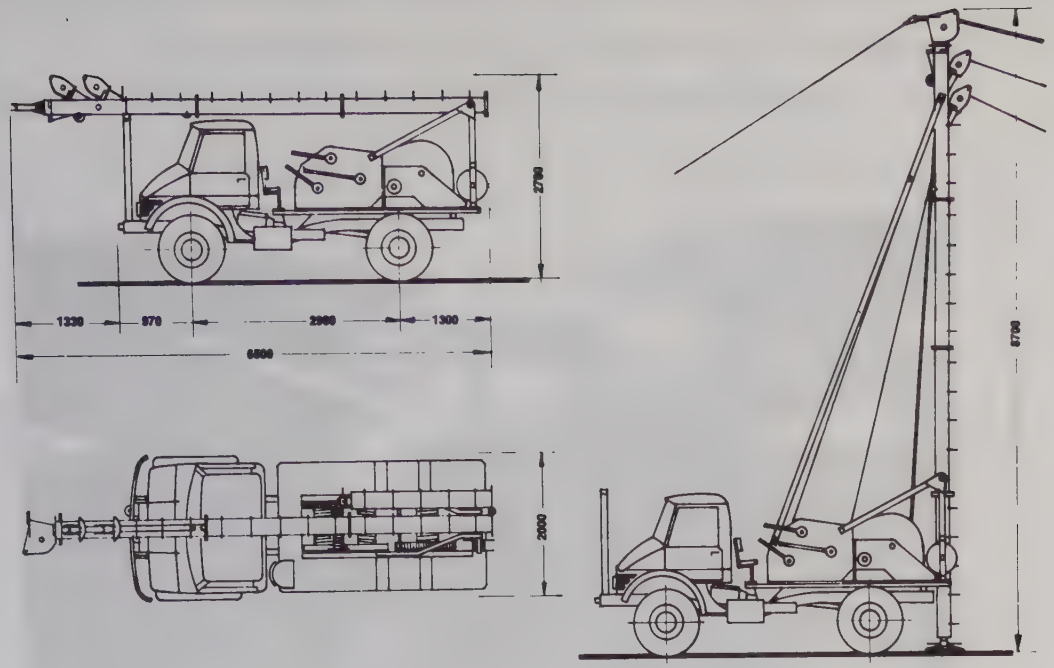


Abb. 4 Schematische Darstellung des KSK-URUS 300-2,5t
(Werkskizze Hinteregger)

Abb. 5 KSK-URUS 300-2,5t bei Bergaufbringung von Bu-Langholz im FoA Betzigau, OFoD Augsburg

Die zusätzliche Ausrüstung ist, abgesehen von den unterschiedlichen Dimensionen, gleich jener mit der kleineren Seiltransportanlage. Weitere Einzelheiten sind aus den Abbildungen 4 und 5 zu ersehen.

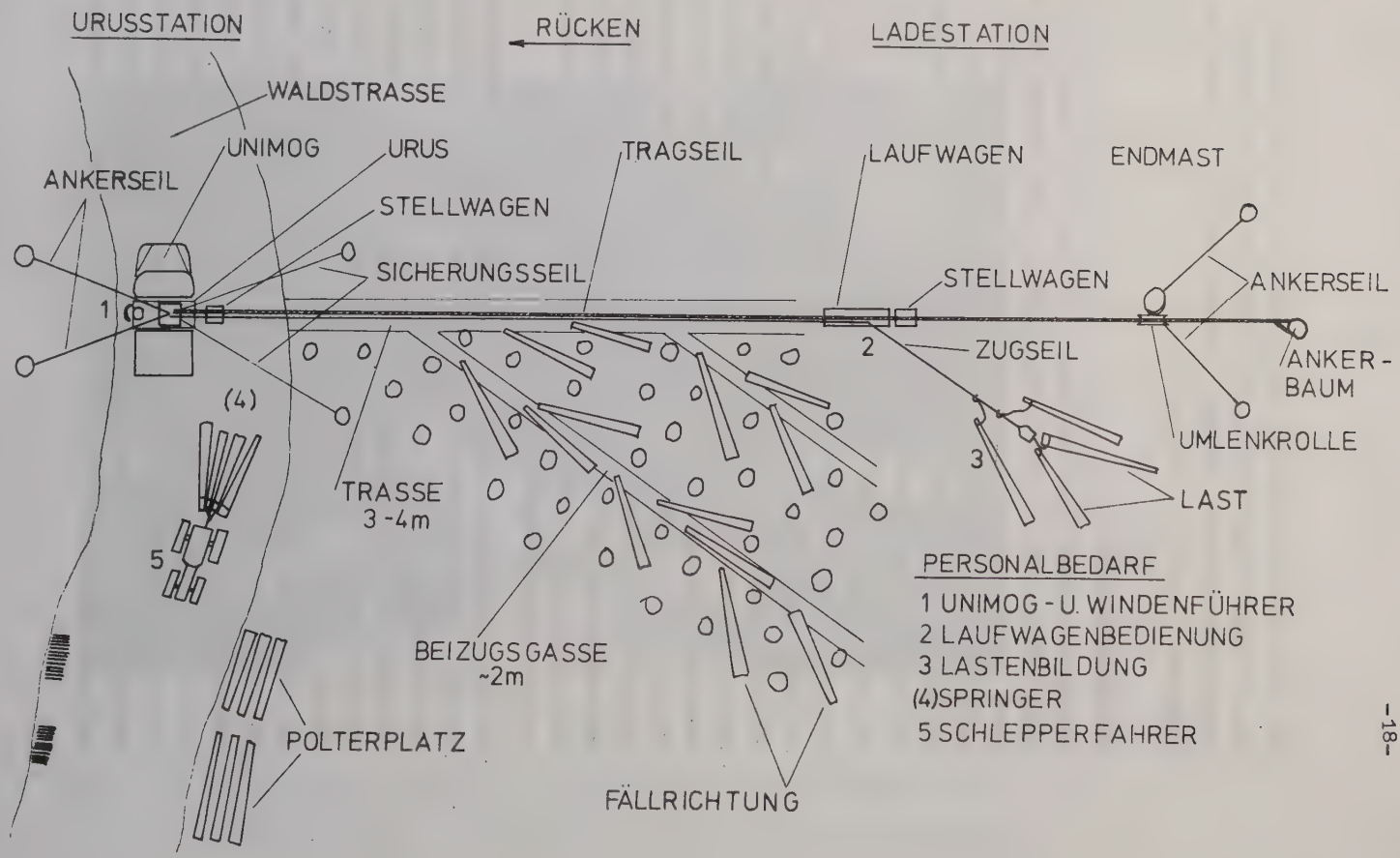
1.3.2 Arbeitsorganisation

Zu Beginn unserer Untersuchungen im Jahre 1971 lagen nahezu keine Erfahrungen vor über den Einsatz eines mobilen KSK mit fixem Tragseil bei Durchforstungen. Wir erprobten mehrere Verfahren, über die in späteren Abschnitten ausführlich referiert wird. An dieser Stelle seien einige Fragen der Arbeitsorganisation diskutiert, die sich weitgehend unabhängig vom Verfahren generell stellen.

Zunächst vermittelt Abb. 6 einen schematischen Überblick über den Arbeitsplatz der Seilbringung mit dem KSK URUS bergauf im Falle des selektiven Eingriffs und der Vorlieferung der Hölzer zur Tragseiltrasse über Beizugsgassen. Die Bedienungsmannschaft besteht in der Regel aus dem Maschinisten am URUS und 2 - 3 Forstarbeitern, wovon zwei Mann im Schlag mit dem Anhängen und ein Mann als Springer für URUS und Schlepper auf der Waldstraße beschäftigt werden können. Letzterer kann jedoch eingespart werden, indem der Schlepperfahrer seine Aufgaben mit übernimmt.

Was die Zusammensetzung und Arbeitsweise der Urusmannschaft betrifft, liegen geteilte Meinungen vor. Manche Betriebe sind der Auffassung, daß die Seilpartie ausschließlich bei der Seilbringung tätig sein sollte, da sie aufeinander eingespielt ist und jeder seinen Aufgabenbereich beherrscht (HAGEN, 1973; SCHANTL, 1971). Bei anderen Betrieben ist man darauf bedacht, daß jede Hauerrotte ihr eigenes Holz zu seilen hat und nur der Maschinenführer ständig zum Kran gehört (BRABECK, 1972). Beide Formen der Zusammenstellung einer Partie haben Vor- und Nachteile. Ist beispielsweise die Fällrotte gleich der Seilpartie, dann wird im allgemeinen eine mit Blick auf die Seilbringung vorteilhafte Fällrichtung konsequenter eingehalten, was u.a. geringere Bestandesschäden zur Folge hat. Eine ausschließlich

ARBEITSPLATZ URUS BEI BERGAUFSEILBRINGUNG



bei der Seilbringung eingesetzte Partie läßt dank ihrer größeren Erfahrung und Übung höhere Leistungen pro Zeiteinheit erwarten, wohingegen mehr Schäden am verbleibenden Bestand wahrscheinlich sind, da in der Regel die Schlagordnung weniger beachtet wird.

Da das Holz vorwiegend lang und in Rinde geseilt wird, eine händische Manipulation an der Waldstraße nahezu auch unmöglich ist, muß während der Seilarbeit des URUS entweder ein mit hydraulischem Ladekran bestücktes Gerät, ein Schlepper oder eine Seilwinde (z.B. Radwinde) das Verziehen und Gantern übernehmen. Das direkte Beladen der Lkws mit dem aufgeseilten Holz durch hydraulischen Ladekran wird beispielsweise in Österreich (BRABECK, 1972) praktiziert.

Damit das bergauf geseilte Holz nach Ablassen vom Seil nicht über die talseitige Böschung wieder hangabwärts rutscht, muß der Unimog mit dem URUS möglichst dicht an der bergseitigen Böschung der Straße aufgestellt werden. Besser ist es, wenn vor dem Einsatz ein Radlager oder eine Raupe entweder an der vorher gekennzeichneten Stelle die Waldstraße zumindest in der Breite des Unimog verbreitert oder einen Stichweg in den Hang oberhalb der vorgenannten Stelle schiebt. Im letzteren Falle stünde die volle Breite der Straße zur Ablage des Holzes zur Verfügung. Es ist dies aber die aufwendigere Lösung. Je größer der Manipulationsplatz (= Lkw-Straße) vor dem URUS ist, desto leichter ist die Seilarbeit (BRABECK, 1972; PESTAL, 1971).

1.4 Zielsetzung

Das übergeordnete Ziel galt der Frage, ob mit dem vorstehend beschriebenen Kippmastseilkran die einleitend skizzierten Probleme bei Pflegeeingriffen in jüngeren Beständen am Steilhang einer Lösung zugeführt werden können. Es sollte geprüft werden, ob mit Hilfe dieses Betriebsmittels und bei Anwendung geeigneter Arbeitsverfahren die Leistung pro Zeiteinheit gesteigert und die Kosten pro Leistungseinheit vermindert werden können, ohne den beteiligten Arbeitskräften unvertretbare ergonomische Bedingungen zuzumuten und ohne den Boden und den verbleibenden

Bestand ernsthaft zu beeinträchtigen. Hieraus ergaben sich folgende Untersuchungsschwerpunkte:

1. Technische Eignung des KSK-Urus bei der Seilbringung in Durchforstungen am Steilhang und Verbesserungsmöglichkeiten;
2. Ermittlung von Zeitbedarf, Leistung, Kosten und Prüfung der Pfleglichkeit bei den untersuchten Verfahren und Varianten; im einzelnen:
   - Einflüsse von Maschinentyp, Bringungsrichtung, Aufarbeitungsgrad, Art des Eingriffs und Art des Beizugs zum Tragseil,
   - Zusammenspiel der Seilbringung mit dem Verstreifen und Gantern durch den Schlepper,
   - Arbeitsorganisation bei den Bringungsarbeiten,
   - Pfleglichkeit der Seilkranrückung;
3. Herleitung von Leistungswerten und Kostenansätzen als Entscheidungshilfen beim Einsatz von Mobilseilkränen in Durchforstungen;
4. Vorschläge zum praktischen Einsatz des KSK-URUS und Hinweise zur Planung.

2. Methodik

2.1 Betriebsuntersuchung - Arbeitsversuch?

Nach HILF (1953) werden die Arbeitsuntersuchungen in Arbeitsversuche und in Betriebsuntersuchungen unterteilt. Eine genaue Abgrenzung und Definition schlug STEINLIN (1955) vor: Arbeitsversuche sind jene, die "unter bewusst gestalteten, ausgewählten und kombinierten Arbeitsbedingungen" durchgeführt werden. Betriebsuntersuchungen zeichnen sich dadurch aus, daß sie die Arbeit unter denjenigen Bedingungen erfassen, die in einem bestimmten Fall vorliegen; es werden lediglich die Bedingungen im einzelnen beschrieben und klassifiziert, unter denen die Arbeit ausgeführt wurde, ohne einen Einfluß auf ihre Gestaltung auszuüben.

Daß HILF die Betriebsuntersuchungen mit den Feldversuchen und die Arbeitsversuche mit den Laboratoriumsversuchen gleichstellt

und bei Feldversuchen eine Beeinflussung im kleineren oder größeren Umfang für zulässig hält, ist wohl darauf zurückzuführen, daß bei Arbeitsuntersuchungen im Forstbetrieb selten oder nur mit großem Aufwand alle Bedingungen nach Wunsch des Untersuchenden gestaltet und erfaßt werden können (Arbeitsversuch). Imponderabilien, die in Form von Einflüssen des Standorts, der Arbeiter, der Witterung etc. nur schwer zu quantifizieren sind, lassen daher eine Verwirklichung eines "lupenreinen" Arbeitsversuches nur schwer zu. In der Forstwirtschaft sind Betriebsuntersuchungen nach der Definition STEINLIN's sowie Mischformen zwischen Arbeitsversuchen und Betriebsuntersuchungen am häufigsten.

Wir schlagen vor, Arbeitsuntersuchungen zu gliedern in:

- Synthesen: Versuche, die unter gezielt ausgewählten, gestalteten Arbeitsbedingungen im Gelände (oder auch im Laboratorium) ausgeführt werden.
- Teilweise gestaltete Analysen: Untersuchungen, die Arbeitsabläufe nicht mehr in ihrem originären Zustand, sondern unter z.T. gestalteten Bedingungen erfassen.
- Analysen: Untersuchungen, die die originären Bedingungen und damit den Ist-Zustand von Abläufen, die im Verfahren festliegen, zum Gegenstand haben.

Im Rahmen dieser Arbeit war eine begrenzte Beeinflussung der Arbeitsbedingungen möglich, so z.B. wurden Betriebsmittel, Eingriffsart, Aufarbeitungsgrad und Bringungstechnik mehr oder minder gezielt ausgewählt und gestaltet; auf Bedienungsmannschaft, Bestand und Eingriffsstärke konnte jedoch nur teilweise Einfluß genommen werden. Somit handelt es sich bei unserer Untersuchung um eine teilweise gestaltete Analyse.

2.2 Räumliche und zeitliche Anordnung der Versuche

Bei Arbeitsuntersuchungen jeglicher Art muß die Versuchsaufgabe vor der Planung und Durchführung der Untersuchung feststehen. Sie umfaßt eine oder mehrere genau formulierte Versuchsfragen und hat zugleich festzulegen, für welche Arbeitsbedingungen und Betriebsmittel die Untersuchungsergebnisse allge-

mein Gültigkeit besitzen sollen und welcher Genauigkeitsgrad bei den Resultaten angestrebt wird. Letzterer ist weitgehend vom Umfang des Versuchs und dem sich daraus ergebenden Zeit- und Kostenaufwand abhängig (LIEBSCHER, 1966).

Der Versuchsumfang war in unserem Fall nicht vorausbestimmbar, da einerseits zum Zeitpunkt der Außenaufnahmen keine Information über die zu erwartende Variabilität der Primärwerte vorlag und andererseits aus zeitlichen Gründen ein Vorversuch zur Schätzung der Variabilität den Zeit- und Kostenrahmen überstiegen hätte.

Nach STEINLIN (1955) hat sich die Auswahl der Versuchsorte streng nach dem gewünschten Gültigkeitsbereich der Resultate zu richten. Außerdem sollen alle lokalen Verhältnisse ihrer Bedeutung nach anteilmäßig vertreten sein. Ersteres war in unserer Versuchsserie möglich, letzteres jedoch konnte durch die begrenzte Zahl der zur Verfügung stehenden Bestände nur teilweise erfüllt werden. Eine Auswahl der Versuchspersonen zwecks anteilmäßiger Repräsentation war ausgeschlossen, da einerseits der Arbeitermangel die Verfügungsfreiheiten der Amtsvorstände stark einengte und andererseits vorhandene Rotten zu berücksichtigen waren.

Im Rahmen der beschriebenen Bedingungen wurden in den Jahren 1971/72 19 Mobilseilkran-Aufstellungen in den baden-württembergischen Forstämtern Staufen II, Hausach und Schönau (LÖFFLER/STÖHR, 1972; STÖHR, 1973) und in den bayerischen Forstämtern Kürnach und Murnau (HAGEN, 1973; STÖHR, 1973; WIEDEMANN, 1973) untersucht (Tab. 2). Dabei wurden rd. 2.000 m^3 (r) Holz (=rd. 9.500 Stück) aus ca. 32,8 ha Pflegebeständen und 0,3 ha Endnutzung in ca. 2.000 Fahrtzyklen gebracht (Tab. 4).

Wie aus Tab. 2 zu ersehen ist, erstreckten sich die Untersuchungen in Baden-Württemberg von Anfang September bis Mitte Dezember und in Bayern von Mitte Mai bis Ende Oktober.

Die Witterung während der Außenaufnahmen war sehr vielfältig und reichte von hochsommerlichen Bedingungen bis zu Winterwetter mit Schneetiefen bis zu 30 cm. Bei stärkeren Regen-

Tab. 2

Übersicht der Versuchsflächen

Aufstellung Nr.	Forstamt	Bundesland	Einsatzzeitraum	Erfaßte Fläche	mittlerer Alter d. Bestandes	Eingriffsstärke	Baumarten NH	Baumarten LH	Baumabstand A_3 vor	Baumabstand A_3 nach	Mittelhöhe	BHD d.geseilten Holzes	MD d.geseilten Holzes	Stückvolumen des geseilten Holzes
												von - bis / i. D.		
Nr.				ha	J.	m^3(r)/ha	%		m		m	cm m.R.	cm o.R.	m^3 (r) o.R.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Staufen II	B.-Württ.	7.9. - 13.09.71	2,0	70	35,0	89	11	-	-	-	9 - 34/18	8 - 29/15	0,03 - 0,87/0,22
2	Hausach	"	14.9. - 17.09.71	1,9	43	23,3	100	-	2,08	2,47	16,4	7 - 26/13	7 - 18/11	0,02 - 0,41/0,09
3	"	"	17.9. - 27.09.71	2,8	43	32,3	100	-	2,02	2,65	16,8	8 - 29/13	7 - 23/11	0,02 - 0,65/0,09
4	"	"	1.10.- 11.10.71	2,1	43	33,1	100	-	1,98	2,59	17,2	7 - 30/13	7 - 22/11	0,02 - 0,48/0,09
5	"	"	19.10.- 28.10.71	2,0	43	44,4	99	1	2,22	2,80	18,0	8 - 40/14	6 - 37/12	0,01 - 0,91/0,12
6	"	" /1	16.11.- 16.12.71	1,9	43	38,4	97	3	2,92	3,15	19,2	8 - 40/15	8 - 31/13	0,01 - 1,55/0,13
8	Schönau	"	28.10.- 3.11.71	0,6	65	114,0	100	-	2,55	3,39	28,2	11 - 36/20	9 - 29/16	0,08 - 1,52/0,35
9	"	"	3.11.- 12.11.71	1,7	65	88,1	99	1	2,62	3,46	27,7	10 - 38/19	8 - 28/15	0,05 - 1,27/0,33
10	Kürnach	Bayern	19.5. - 26.05.72	1,9	67	62,3	37	63	3,46	3,93	25,8	10 - 59/21	10 - 36/17	0,03 - 2,99/0,29
11	"	"	26.5. - 8.06.72	1,8	67	69,1	58	42	2,82	3,48	26,4	10 - 47/19	8 - 34/15	0,04 - 2,08/0,24
12	"	"	8.6. - 20.06.72	2,2	67	63,6	67	33	2,70	3,16	24,2	10 - 50/19	8 - 34/15	0,03 - 1,86/0,24
13	"	"	20.6. - 26.06.72	2,1	61	85,4	59	41	3,78	4,50	28,9	12 - 50/23	10 - 34/18	0,05 - 2,48/0,41
14	"	"	27.6. - 6.07.72	1,8	61	65,4	9	91	3,52	4,14	22,4	11 - 45/18	9 - 42/15	0,04 - 1,71/0,20
15	"	"	2.10.- 4.10.72	1,8	48	48,9	73	27	2,45	2,88	20,8	10 - 48/21	8 - 42/16	0,03 - 1,11/0,20
16	"	"	26.9. - 29.09.72	1,7	46	57,5	100	-	2,46	2,81	21,6	ca. /18	7 - 28/14	0,02 - 0,01/0,20
17	"	"	25.10.- 27.10.72	0,3	108 2/	470,1	74	26	-	-	36,0	- - - - -	10 - 54/29	0,05 - 2,08/0,63
18	Murnau	"	15.9. - 25.09.72	2,3	52	67,4	100	-	2,18	2,30	20,9	9 - 47/20	7 - 29/15	0,02 - 1,14/0,23
19	"	"	25.9. - 3.10.72	1,4	52	85,3	100	-	2,38	2,77	20,9	ca. /19	6 - 26/14	0,02 - 0,97/0,26
20	"	"	3.10.- 5.10.72	0,8	49	94,2	100	-	2,30	2,87	22,0	10 - 36/20	8 - 28/15	0,04 - 1,01/0,25

1/ Seilarbeit wurde wegen Schneefall ca. 3 Wochen unterbrochen

2/ Endnutzung (Wegaufhieb)

Tab. 3

VERSUCHSANORDNUNG

Aufstellung	Erfaßte Fläche	Nutzbare Tragseillänge	Mittl. einfache Beizugsentferng.[1]	Zahl der Stützen	Mittl. Hangneigung	Max. Hangneigung	Strecke d. max. Hangneigung	Mittl. Gassenabstand[5]	Exposition	Seilarbeit		Verziehen u. Poltern			Aufarbeitungsgrad				Transp. richtg.		Eingriffsart				Art des Beizugs	
																Rohschaft										
										URUS 1,5 t	URUS 2,5 t	Unimog	Schlepper	Rw 12	Vollbaum	> 14 m Länge	< 14 m Länge	Kurzholz[2]	bergauf	bergab	Reine Selektion	Sel. u. Gassenaufhieb	Gassendurchforstung	Kahlhieb	URUS	Radiotir
Nr.	ha	m	m		%	%	m	m																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	2,o	27o	35	1	53	106	4	-	O	x			x				x		x		x				x	
2	1,9	222	38	1	4o	51	35	24	SW	x		x					x		x			x			x	
3	2,8	308	45	2	43	47	88	12	SW	x		x					x		x			x			x	
4	2,1	27o	37	1	4o	47	4o	18	SW	x		x					x		x			x			x	
5	2,o	315	3o	2	36	38	13o	12	SW	x		x					x		x			x			x	
6	1,9	34o	25	1	36	41	129	18	SW	x		x					x		x			x			x	
8	o,6	135	22	o	43	67	22	-	NO	x			x			x			x		x				x	
9	1,7	278	29	1	51	62	95	16	NO	x			x			x			x			x			x	
10	1,9	21o	42	1	41	65	15	15	NW		x		x				x		x		x	x			x	
11	1,8	2o7	41	1	37	51	16	15	NW		x		x				x		x			x			x	
12	2,2	233	43	1	31	55	19	15	NW		x		x				x		x			x			x	
13	2,1	188	52	1	32	49	26	15	NO		x		x			x			x			x			x	
14	1,8	185	46	1	32	57	37	1o	NO		x		x				x		x		x	x			x	
15	1,8	221	45	1	27	43	7	14	W		x		x				x		x				x			x
16	1,7	222	4o	2	3o	45	12	1o	W		x		x		x				x				x		x	
17	o,3[3]	162	1o6	1	37	122	4o	-	NO		x		x					x	x					x	x[4]	
18	2,3	228	49	1	37	6o	15	9	NW	x				x			x		x				x		x	
19	1,4	249	29	2	38	65	18	8	NW	x			x		x				x				x		x	
20	0,8	133	3o	1	41	56	41	8	NW	x			x				x			x			x		x	

1) Senkrecht zur Tragseiltrasse gemessen. 2) Blochholz 4,5o bis 1o, omteilweise entrindet.
3) Kahlhieb auf einer Fläche 16 x 212m (Wegaufhieb), Bringung durch anliegenden Bestand.
4) Zum Teil mit Schlepper vorgerückt. 5) Mittl. senkrechte Entfernung zwischen den Mittelachsen zweier parallel laufender Gassen (Waldstreifen einschl. 2 Gassenhälften).

Tab. 4

DATEN ÜBER HOLZANFALL PRO AUFSTELLUNG

Aufstellung Nr.	Erfaßte Fläche ha	Holzanfall i.G.			Transport mit URUS			Durch Zeitstudium erfaßt					
		Volumen m³(r)	Stückzahl	mittl. Volumen pro Stück m³(r)	geseiltes Volumen m³(r)	Stückzahl	Anzahl der Fahrten	geseiltes Volumen m³(r)	Stückzahl	mittl. Volumen pro Stück m³(r)	Anzahl der Fahrten	mittl. Stückzahl pro Fahrt	mittl. Volumen pro Fahrt m³(r)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	2,0	70,03	324	0,216	58,44	264	124	43,41	205	0,212	92	2,23	0,472
2	1,9	44,29	473	0,094	34,36	383	63	26,71	304	0,088	49	6,20	0,545
3	2,8	90,47	942	0,096	77,39	815	137	76,51	806	0,094	136	5,92	0,563
4	2,1	69,51	761	0,091	66,54	727	102	62,15	692	0,090	95	7,28	0,654
5	2,0	88,77	748	0,119	78,66	667	102	74,91	631	0,119	97	6,51	0,772
6	1,9	73,01	544	0,134	60,03	445	101	60,03	445	0,135	101	4,41	0,594
8	0,6	68,40	199	0,344	61,91	177	69	61,91	177	0,350	69	2,57	0,897
9	1,7	149,76	454	0,330	144,40	435	150	135,28	407	0,332	140	2,91	0,966
10	1,9	118,31	331	0,357	65,62	224	57	65,62	224	0,293	57	3,93	1,151
11	1,8	124,45	506	0,246	114,03	469	62	10,99	23	0,478	6	3,83	1,832
12	2,2	139,84	604	0,232	115,11	472	81	25,48	100	0,255	18	5,56	1,416
13	2,1	179,42	447	0,401	140,72	347	76	139,44	337	0,414	75	4,49	1,859
14	1,8	117,76	543	0,217	86,06	424	86	86,06	424	0,203	86	4,93	1,001
15	1,8	87,98	434	0,203	87,31	429	60	87,31	429	0,204	60	7,15	1,455
16	1,7	97,73	496	0,197	97,73	496	158	97,25	494	0,197	118	4,19	0,824
17	0,3 1)	141,03	232	0,608	135,64	215	54	135,64	215	0,631	54	3,98	2,512
18	2,3	154,95	672	0,231	154,04	667	199	153,49	665	0,231	198	3,36	0,775
19	1,4	119,37	456	0,262	112,56	435	216	111,71	430	0,260	215	2,00	0,520
20	0,8	75,36	320	0,236	73,09	289	125	71,30	283	0,252	122	2,32	0,584
Sa.:	33,1	2010,44	9.486	–	1.763,64	8.380	2.022	1.525,20	7.291	–	1.788	–	–
i.D.:	1,7	105,81	499	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

1) Kahlhieb auf einer Fläche 16 x 212 m (Wegaufhieb), Bringung durch anliegenden Bestand.

und Schneefällen wurde die Arbeit zeitweilig unterbrochen. Die lange Einsatzdauer (1 Monat!) bei der Aufstellung Nr. 6 (Tab. 2, Spalte 4) ist auf ein starkes Verschneien der Forststraßen im Versuchsgebiet zurückzuführen. Der wirkliche Zeitbedarf für Aufstellung Nr. 6 von An- bis Abfahrt der Anlage belief sich nur auf 6 Tage (ausschließlich Feiertage).

Die durchforsteten Flächen reichten von 0,6 bis 2,8 ha pro Aufstellung. Die Eingriffsstärken schwankten bei Pflegeeingriffen zwischen rd. 23 und 114 m^3(r)/ha. Diese erheblichen Differenzen sind auf unterschiedliche Bestandesalter, Bonität und waldbauliche Usancen des jeweiligen Betriebsleiters zurückzuführen. Genaueren Aufschluß über die jeweiligen Bestandesdichten vor und nach dem Eingriff vermitteln die Spalten 10 und 11 der Tab. 2. Hierbei fällt auf, daß der A3-Baumabstand nach dem Eingriff gegenüber dem vor der Durchforstung im Durchschnitt nur um 20 % zunahm, die Extremwerte lagen bei ca. 6 und 33 %.

Tab. 3 informiert über das angewendete Bringungsverfahren, die dabei eingesetzten Betriebsmittel und die Hangneigungen der jeweiligen Aufstellung. Die nutzbaren Tragseillängen variierten, wie aus Spalte 3 zu entnehmen ist, von 133 bis 340 m, wobei bis zu 2 Zwischenstützen verwendet wurden (Spalte 5).

Der Holzanfall pro Aufstellung bewegte sich zwischen rd. 44 m^3(r) und 179 m^3(r), wovon jedoch nur 34 m^3(r) bzw. 140 m^3(r) mit dem Mobilseilkran geseilt wurden. Diese Differenz ergibt sich aus der Tatsache, daß das zwischen dem ersten Gassenpaar und der Waldstraße zu rückende Holz wirtschaftlicher mit einem Schlepper bis an die Straße zu ziehen war. Das mittlere Volumen pro Fahrtzyklus lag aus später zu erörternden Gründen oft weit unter der maximalen Tragkraft der Anlagen, mit Ausnahme der Aufstellung Nr. 17, bei der Blochholz aus einem Kahlhieb geseilt wurde (s. Tab. 4, Spalte 14).

2.3 Zielgrößen und Einflußfaktoren

Die im Rahmen dieser Untersuchung zu erhebenden und zu verarbeitenden Daten lassen sich der Gruppe der Zielgrößen und der Gruppe der Einflußfaktoren zuordnen.

Die wichtigsten Zielgrößen sind der Zeitbedarf pro Leistungseinheit, die Leistung pro Zeiteinheit und die Kosten pro Leistungseinheit.

Unter Einflußfaktoren verstehen wir Merkmale der Betriebsmittel, des Arbeitsobjektes, der Arbeitsbedingungen sowie der den Arbeitsauftrag ausführenden Personen, die in mehr oder minder starkem Ausmaß die Ausprägung der Zielgrößen determinieren.

Über Art, Richtung und Größenordnung der Einflüsse auf die erwähnten Zielgrößen bei der Arbeit mit mobilen Kippmastseilkranen gibt es, zumal in Durchforstungshieben, bislang nur sehr spärliche Informationen, überwiegend nur recht grobe Durchschnittswerte. Zu Beginn unserer Untersuchung stellte sich daher u.a. die Frage, von welchen Faktoren überhaupt ein Einfluß auf die Zielgrößen zu erwarten sei. Es erscheint angezeigt, die von uns in Betracht gezogenen Einflußfaktoren und deren im Rahmen der Untersuchung gegebene Variabilität in kurzen Zügen zu skizzieren.

Nach ihrer Variabilität und ihrer Behandlung im Zuge der numerischen Analysen kann man die Einflußfaktoren in Stratifizierungsmerkmale - im folgenden mit S bezeichnet - und in stetig oder diskret skalierbare Variablen - nachfolgend mit V bezeichnet - einteilen. Stratifizierungsmerkmale sind Einflußfaktoren, deren Größenordnung innerhalb eines Versuchsabschnittes nicht variiert, sondern konstant bleibt. Skalierbare Variablen hingegen ändern ihre Größenordnung auch innerhalb kleinerer Versuchsabschnitte, u.U. von Beobachtungs- zu Beobachtungseinheit. Skalierbare Variablen gehen als sog. unabhängige Veränderliche in die numerischen Analysen ein.

Die Stratifizierungsmerkmale je Seilkranaufstellung sind aus Tab. 3 ersichtlich.

2.3.1 Einflußfaktor Betriebsmittel

(1) Seilarbeit (Seilkran) (S)

Während der Versuche standen zwei Aggregate zur Verfügung: URUS-Seilkran System Hinteregger für 1,5 t Tragkraft mit 250 m Tragseil sowohl auf Unimog U 54/403 als auch auf Unimog U 80/416 und für 2,5 t Tragkraft mit 330 m Tragseil auf Unimog U 90/416. Durch eine gezielte Versuchsanlage konnten die meisten Verfahren und Varianten bei beiden Betriebsmitteln geprüft werden. Innerhalb einer Aufstellung blieb das Betriebsmittel konstant.

(2) Verziehen (Verstreifen) und Poltern (Gantern) nach der Seilbringung (S)

Auf die Möglichkeit, die geseilten Stämme mit einer Hilfswinde des Seilkrans zu verziehen, wurde verzichtet, da sie von vornherein als die bei weitem unvorteilhafteste erschien. Geprüft wurden statt dessen zwei andere Varianten: Verstreifen und Poltern mit Schlepper (bzw. Unimog) und Seilwinde sowie mit einer Radwinde vom Typ RW 12. Letztere Variante kam allerdings nur bei einer Aufstellung (Nr. 18) zum Einsatz, teils weil die Winde sonst nicht zur Verfügung stand, teils wegen ihrer deutlichen Unterlegenheit gegenüber dem Schlepper. Die dem Schlepper mit Seilwinde möglicherweise überlegene Alternative, nämlich die Arbeit mit einem kranbestückten Schlepper oder Lader (direkte Abnahme der geseilten Stämme durch den Greifer) konnte mangels eines entsprechenden Fahrzeugs nicht untersucht werden.

2.3.2 Einflußfaktor Arbeitsobjekt

Es wurden in Betracht gezogen:

(1) Aufarbeitungsgrad (S)

Der Aufarbeitungsgrad des Holzes blieb jeweils innerhalb einer Aufstellung konstant. Es wurden drei Hauptgruppen unterschieden: Kurzholz, Rohschaft und Vollbaum.

Unter Kurzholz sind 4,50 - 10 m lange, entrindete Blöcke zu verstehen. Die Aufarbeitung fand gänzlich auf der Hiebsfläche statt. Die Kurzholzbringung wurde nur bei einer Aufstellung in einem Kahlhieb von 0,3 ha durchgeführt, um das untersuchte Betriebsmittel auch vergleichsweise im Altholz unter schwierigen Geländebedingungen prüfen zu können.

Bei dem Rohschaftverfahren (fallende Längen in Rinde entastet) wurden nach der Stücklänge zwei Untergruppen gebildet: Rohschäfte mit über 14 m Länge (> 40 % aller pro Aufstellung anfallenden Stämme) und unter 14 m Länge (> 60 % der Stückzahl). Mit dieser Unterteilung sollte ein möglicher Einfluß der Stücklänge auf die Zielgrößen evident gemacht werden.

Der Aufarbeitungsgrad "Vollbaum" beinhaltet Stämme, die im Zuge der Fällung lediglich bei ca. 8 - 10 cm gezopft worden waren, ansonsten mit Rinde und Ästen in voller Länge geseilt wurden.

Die mit dem Seilkran gerückten Stämme wurden im unmittelbaren Anschluß an den Seilkrantransport auf der Waldstrasse verzogen, ggf. fertig aufgearbeitet, in Sorten eingeschnitten und in der ortsüblichen Weise gegantert bzw. gesetzt.

(2) Baumart (S)

Es wurde zwischen Nadelholz (Fichte/Tanne) und Laubholz (Buche und sonstiges Laubholz) unterschieden. Die Grenzen sind mehr oder weniger fließend, so daß ihre Einteilung gutachtlich stattfand (unter oder über 50 %). Wegen der schon geschilderten Schwierigkeiten bei der Auswahl der Versuchsorte, ist die Repräsentanz der Baumarten mit einer Ausnahme (Aufstellung Nr. 14) mehr oder minder zufällig.

(3) Stückvolumen pro Aufstellung (V)

Das Stückvolumen ist eine Funktion des BHD und der Höhe des ausscheidenden Bestandes, des Aufarbeitungsgrades und der Aushaltungsusancen. Das mittlere Stückvolumen pro Auf-

stellung schwankte zwischen 0,09 m^3(r) und 0,4 m^3(r), beim Kahlschlag belief es sich auf rd. 0,6 m^3(r) (Tabelle 4).

2.3.3 Einflußfaktor Arbeitsbedingungen

(1) Holzanfall pro Aufstellung (V)

Diese Variable ist eine Funktion der Eingriffsstärke und der Größe der erfaßten Fläche (Trassenlänge x Trassenabstand). Die Variationsbreite des Holzanfalles (Tab. 4) reichte von rd. 44 m^3(r) bis zu 179 m^3(r). Die Eingriffsstärke variierte von 23 m^3(r) pro ha bis 114 m^3(r) pro ha (Kahlschlag ausgenommen: 470 m^3(r) pro ha). Die Trassenlängen bewegten sich zwischen 133 m und 340 m, der Trassenabstand zwischen 44 m und 104 m (Kahlschlag ausgenommen: 212 m).

(2) Bringungsrichtung (S)

Es wurde zwischen "bergauf" und "bergab" unterschieden. Da die Tragseiltrasse stets nur in der Fallinie angelegt wurde, war eine klare Trennung zwischen den beiden Richtungen möglich. Die Bringung bergab konnte mangels eines speziell geeigneten Kranwagens nur in einer Aufstellung mit dem üblichen Gravitätsseilkran untersucht werden.

(3) Art des Eingriffs (S)

Es wurden drei Arten des Eingriffs gewählt, die vom waldbaulichen bis zum bringungstechnischen "Optimum" reichen: Reine Selektion, Selektion in Kombination mit Gassenaufhieb, Gassendurchforstung.

Bei der reinen Selektion wurden lediglich die Tragseiltrasse 3 - 4 m breit freigeschlagen und die Bäume fischgrätenartig zur oder von der Trasse weg gefällt.

Die Eingriffsart Selektion und Gassenaufhieb ist gekennzeichnet durch ein zur Tragseiltrasse schematisch angelegtes fischgrätenartiges "Gassensystem" und einen selektiven Eingriff mit fischgrätenartiger Fällung auf die

2 m breiten Gassen. Die Einmündungsrichtung ist mit der Rückerichtung gekoppelt: die Gassen münden bergauf in die Trasse bei Bergaufbringung, und bergab bei der Bergabbringung. Die Abbildungen in Anlage 10 bis 14 verdeutlichen die Lage der Gassen bei gegebener Bringungsrichtung. Der senkrechte Gassenabstand variierte je nach Aufstellung zwischen 7 und 24 m.

Im Fall der Gassendurchforstung wurden lediglich die Tragseiltrasse (3 - 4 m) und die Gassen (2 m) aufgehauen. Der Gassenabstand betrug 7 - 10 m, senkrecht zu den Gassen gemessen. Die zwischen den Gassen verbleibenden Waldstreifen wurden nicht durchforstet. Diese Variante kam vorzugsweise bei der Vollbaumbringung zur Anwendung.

In manchen Aufstellungen wurden wegen erheblicher Bestandesunterschiede die beiden erstgenannten Eingriffsarten alternativ angewandt. So stockte z.B. in Aufstellung 10, 11 und 14 im oberen Bereich der zu durchforstenden Fläche älteres und weitständigeres, unten jüngeres und dichter stehendes Holz. Im oberen Teil wurde mittels reiner Selektion, im unteren mittels Selektion und Gassenaufhieb durchforstet.

(4) Art des Beizugs zum Tragseil (S)

Es wurden zwei Varianten untersucht: Vorliefern des Holzes an die Trasse mit dem Zugseil der URUS-Seilkrananlage einerseits und mit einer funkgesteuerten tragbaren Hilfswinde vom Typ Radiotir 740 andererseits.

Die Vorlieferung mit Zugseil fand im Gegensatz zu der mit der Radiotir ohne Unterbrechung statt; der Beizug des Holzes bis zum Laufwagen und der Transport am Tragseil erfolgten in einem Arbeitsgang. Die Vorlieferung mit Radiotir wurde im Hinblick auf die unterschiedliche Leistungsfähigkeit beider Aggregate zeitlich gelöst vor dem URUS-Einsatz durchgeführt.

Die Art des Beizugs der Hölzer zum Tragseil erschien uns ein besonders gewichtiger Einflußfaktor. Leider konnte

die Variante Radiotir nur in einer Aufstellung geprüft werden (Aufst. Nr. 15).

(5) Transportentfernung (V)

Aus Gründen der Sicherheit beim Seilbetrieb einerseits und einem reibungslosen "Einfädeln" der beigezogenen Stämme andererseits wurden die maximalen Nutzlängen der Tragseile bei den verschiedenen Aufstellungen nicht voll ausgeschöpft. Die am Tragseil zurückgelegten Entfernungen variierten für die 19 Aufstellungen daher nur zwischen Null m (Last wurde lediglich über den an der Entladestation arretierten Laufwagen beigezogen) und 332 m.

(6) Beizugsentfernung (V)

Im Gegensatz zum halben Trassenabstand stellt diese Variable die tatsächliche, durch das Holz zurückgelegte Entfernung dar. Der Variationsbereich betrug Null m (Last unter dem Tragseil) bis ca. 100 m.

(7) Last pro Fahrt (V)

Diese Variable ist eine Funktion der Stückzahl und des Stückvolumens. Die durchschnittlichen Lastgrößen pro Fahrt und Aufstellung variierten von 0,5 m^3(r) bis 1,0 m^3(r) bei der leichteren URUS-Anlage (1,5 t) und von 0,8 m^3(r) bis 1,9 m^3(r) (Kahlschlag 2,5 m^3(r)) bei der stärkeren URUS-Anlage (2,5 t).

(8) Einlaufwinkel beim Beizug (V)

Bei reiner Selektion war die Messung des Einlaufwinkels der Last zum Tragseil nicht möglich; wo Gassen angelegt worden waren, nahm man an, daß alle Lasten über die Gassen oder parallel zu ihnen beigezogen wurden. Die Einlaufwinkel aller Gassen wurden gemessen und im Lageplan einer Aufstellung eingezeichnet. Die Winkel konnten für eine Aufstellung nur annähernd gleichgehalten werden, da aus mikrotopographischen und waldbaulichen Gründen oft Abweichungen in Kauf genommen werden mußten. Die Einlaufwinkel variierten je nach Aufstellung von ca. 25° bis 55°.

(9) Gelände (S und V)

Aus der Sicht der Seilbringung spielen von Seiten des Geländes möglicherweise eine Rolle die Hangneigung und die Beschaffenheit der Bodenoberfläche (Mikrotopographie, Hindernisse). Im Rahmen dieser Untersuchung wurde erstere als skalierte Variable, letztere als Stratifizierungsmerkmal aufgenommen. Im Hinblick auf die große Zahl von Stratifizierungsmerkmalen und die beschränkte Anzahl Aufstellungen mußte allerdings darauf verzichtet werden, dem Einfluß des Faktors Bodenoberfläche nachzugehen. Auf Grund unserer Beobachtungen während der Außenarbeiten steht jedoch ausser Zweifel, daß vor allem für das Auftreten von Störungen die Beschaffenheit der Bodenoberfläche von erheblicher Bedeutung ist.

(10) Witterung (S und V)

Schneefall bzw. Schneehöhe (S), Regen (S), Luftfeuchtigkeit (V) und Lufttemperatur (V) wurden zwar erfaßt, doch konnte ihr Einfluß auf die Zielgrößen im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht weiter analysiert werden.

2.3.4 Einflußfaktor Mensch (S)

Die Arbeit mit einem mobilen Kippmastseilkran erfordert ein hohes Maß an körperlicher und geistiger Gewandtheit, insbesondere die Montage und Demontage. Die Übungsschwelle wird nach unseren Beobachtungen erst im Verlauf mehrerer Monate erreicht.

Mit Ausnahme des Forstamtes Betzigau, wo einige Monate vor Beginn unserer Untersuchung bereits eine URUS-Anlage in Betrieb genommen worden war und gewisse Erfahrungen vorlagen, und mit Ausnahme der Einsätze im Forstamt Murnau, wo ein vollgeübter URUS-Maschinenführer zur Verfügung stand, mußten wir auf Arbeitskräfte ohne Erfahrung mit dem Aggregat zurückgreifen. Die Übungsschwelle konnte von diesem Personal bis zum jeweiligen Abschluß der Einsätze nie erreicht werden. Wir waren außerdem gezwungen, auf von Forstamt zu Forstamt wechselnde Bedienungsmannschaften zurückzugreifen.

Aus diesem Umstand resultieren einerseits Leistungen, die überwiegend unter jener von eingeübten Mannschaften liegen, und andererseits eine überdurchschnittliche Variabilität von Zeitaufwand und Leistung. Dies ist bei der Interpretation und Wertung der Ergebnisse zu berücksichtigen.

2.4 Datenermittlung

2.4.1 Zeitmessung

Als Zeitnahmeverfahren wurde die Multimomentaufnahme (TIPPET, 1934) in der von HÄBERLE (1961) erstmals beschriebenen modifizierten Form angewandt. Das Beobachtungsintervall betrug 25/100 Minuten.

Dem Vorschlag von STEINLIN (1955), im Verlauf einer Ganztagsstudie die Zeitnehmer auszuwechseln, konnte aus organisatorischen Gründen nicht Folge geleistet werden. Falsche Eintragungen auf Grund persönlicher Gewohnheiten und Ungenauigkeiten sind daher nicht auszuschließen. Eine intensive Schulung der Zeitnehmer vor und Kontrollen während der Versuche dürften jedoch zu einer Reduzierung derartiger Fehler beigetragen haben.

Eine summarische Ermittlung aller Ablaufabschnitte über einen Tag erlaubt es, die Gesamtleistung für diesen Zeitraum festzustellen, jedoch nicht eine differenzierte Auswertung nach bestimmten Einflußfaktoren (STEINLIN, 1955). Daher müssen die Notierungen auf eine Beobachtungseinheit bezogen werden. HÄBERLE (1961) wählte beispielsweise als Beobachtungseinheit bei der Fällung den Baum oder eine Sektion desselben. TIMINGER (1971) entschied sich bei Seilbringungsuntersuchungen für den Fahrtzyklus, da vom Seilverfahren her die Anhängelast als Beobachtungseinheit nicht verwendet werden konnte. Dies traf mehr oder minder auch für unsere Aufnahmen zu, weshalb wir gleichfalls den Fahrtzyklus als Beobachtungseinheit wählten.

Bei Aufschreibungen, die getrennt nach Fahrtzyklen erfolgen, werden zusätzlich zu den ausgeführten Ablaufabschnitten pro Fahrtzyklus die dabei beförderten Lasten nach Stückzahl und Festgehalt sowie die zurückgelegten Transportentfernungen er-

faßt. Dies hat den Vorteil, daß der "Datensatz einer Fahrt als Element einer Stichprobe behandelt und unter Anwendung mathematisch-statistischer Methoden näher untersucht werden kann" (TIMINGER 1971).

Der Zeitnehmertrupp bestand aus 3 Mann: Je ein Zeitnehmer für URUS-Station, für Ladestation und für das Verziehen und Gantern. Die Zeitnehmer standen während der ganzen Studie ununterbrochen in Sprechfunkverbindung. Auf diese Weise war es möglich, den Transportablauf lückenlos zu erfassen, obwohl die Zeitnehmer keine Sichtverbindung hatten.

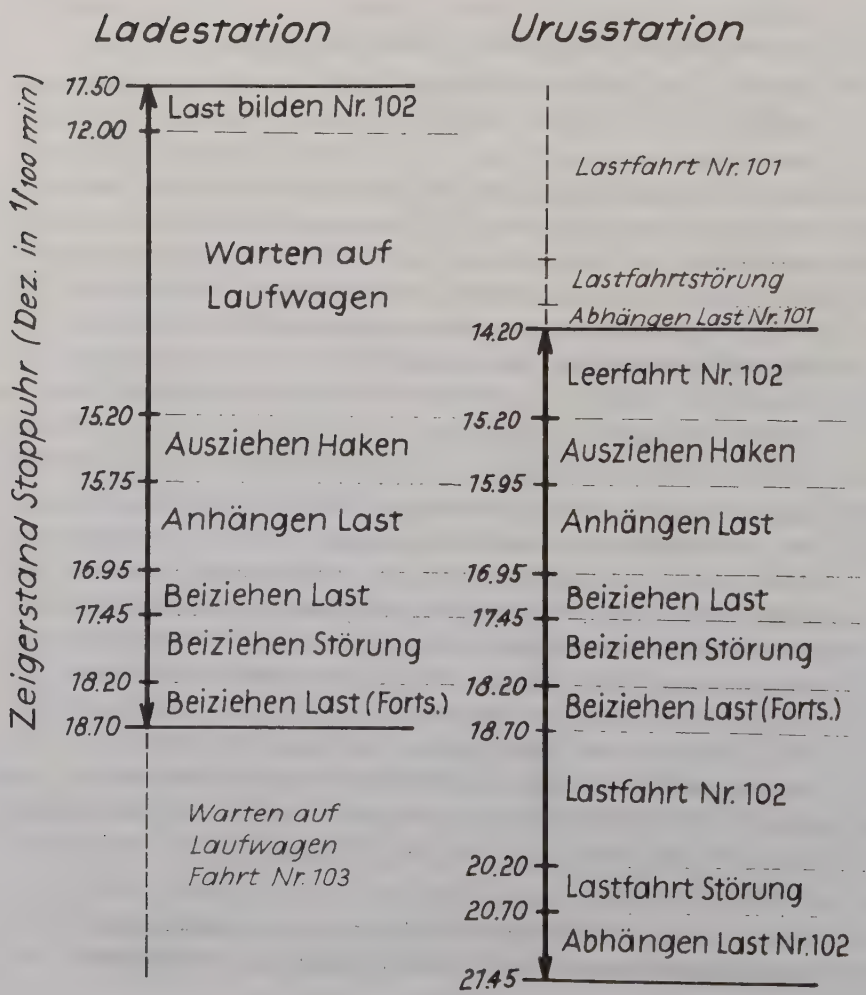
Der Zeitnehmer an der URUS-Station notierte alle maschinenbezogenen Zeiten, sowohl die, die er direkt beobachtete (z.B. Beginn der Leerfahrt, Ende der Lastfahrt, Abhängen der Last usw.), als auch jene, die ihm sein Partner von der Ladestation aus durch Funk mitteilte (z.B. Ende der Leerfahrt, Ausziehen des Zugseiles, Anhängen der Last, Beiziehen der Last, Beginn der Lastfahrt usw.). Bei synchron laufenden Uhren wurden die jeweiligen Trennpunkte (Meßpunkte nach REFA) durchgesagt. Für die URUS-Station war der Meßpunkt für einen neuen Zyklus der Beginn der Leerfahrt. Ein ähnliches Zeitaufnahmeverfahren für Transportvorgänge, allerdings ohne synchron laufende Stoppuhren, wurde von TIMINGER und von PECHMANN (1971) beschrieben.

Der Zeitnehmer an der Ladestation notierte die Ablaufabschnitte, die unmittelbar durch die beiden Kräfte an diesem Arbeitsplatz ausgeführt wurden sowie die Entfernungen, die die Last beim Beizug und dem Transport am Tragseil zurücklegte. Ein Gehilfe trug währenddessen die Nummern der Stämme pro Fahrtzyklus in ein Fahrtenbuch ein. An der Ladestation begann ein neuer Fahrtzyklus mit dem Beginn der Lastfahrt (Ausklinken des Laufwagens aus Stellwagen), d.h. mit dem Moment, in dem die Mannschaft an der Beladestelle sich dem Vorbereiten einer neuen Last zuwandte. Somit kann nachträglich der Zeitaufwand für eine bestimmte Last bei der Seilarbeit recht genau festgestellt werden.

Abb. 7 zeigt am Beispiel der Fahrt 102 der Aufstellung 18 die vorgenannte zeitliche Verschiebung des Fahrtzyklus an

Abb. 7

Graphische Gegenüberstellung der Arbeitsabläufe bei Ladestation und URUS-Station am Beispiel eines Fahrtzyklus. (Aufstellung 18, Fahrt 102)



Ladestation und URUS-Station. Während die Mannschaft an der Ladestation die Last für die Fahrt 102 vorbereitet (Zeigerstand: 11.50 bis 12.00) und anschließend auf die Rückkehr des Laufwagens wartet (Zeigerstand 12.00 bis 15.20), wird die Last von Zyklus 101 zur Bergstation (URUS-Station) aufgeseilt; die Last wird abgehängt, der Laufwagen zur Beladestelle ins Tal abgelassen usw. Mit dem Eintreffen des Laufwagens an der Ladestation im Tal beginnen die Ablaufabschnitte an beiden Stationen wieder synchron abzulaufen (Zeigerstand 15.20: Aufschreibung an der Ladestation für "Ausziehen", an der URUS-Station ebenfalls "Ausziehen"; Zeigerstand 15.95: Anhängen der Last an der Ladestation, dasselbe auch an der URUS-Station usw.). Mit dem Beginn der Lastfahrt 102 endet an der Ladestation der Zyklus 102 (Zeigerstand 18.70) und es beginnt Zyklus 103; für die URUS-Station läuft unterdessen noch der Zyklus 102 weiter.

Beim Verstreifen und Gantern begann der Zyklus mit dem Ende der Leerfahrt des vorhergehenden Zyklus, d.h. mit der Rückkehr des Schleppers vom Polter zur URUS-Station zur Entgegennahme einer neuen Last.

In allen drei Aufnahmestationen hat eine bestimmte Last die gleiche Fahrtzyklennummer. Der gesamte Zeitaufwand für eine Last vom Stock bis zum Ganter ist hierdruch einwandfrei feststellbar.

Zu Beginn des jeweiligen Fahrtzyklus notierten die Zeitnehmer den Zeigerstand bei der betreffenden Fahrt im Aufnahmebogen, so daß die absolute Dauer des Fahrtzyklus durch Differenzbildung ermittelt werden konnte (TIMINGER 1971). Diese zusätzliche Information hat große Vorteile: Sie erleichtert die Auswertung der Zeitstudien und liefert genauere Resultate. Man erhält auf diese Weise für jeden Zyklus die Möglichkeit der Ist-Soll-Kontrolle und kann gezielt jene Zyklen ausscheiden, deren Ist-Zeit außerhalb der festgelegten Fehlertoleranz liegt. Bei der herkömmlichen Fehlerkontrolle von Arbeitszeitstudien mit längeren, zahlreiche Beobachtungseinheiten oder Zyklen umfassenden Kontrollzeitspannen, werden durch evtl. Berichtigungen zutref-

fend und fehlerhaft aufgenommene Zyklen proportional korrigiert.

Die Gliederung ganzer Arbeitsprozesse in Ablaufabschnitte erleichtert einerseits die Feststellung der Auswirkungen bestimmter Einflußfaktoren und andererseits die Ermittlung von Gesetzmäßigkeiten zwischen ersteren und letzteren. Die Art und die Feinheit der Aufteilung wird nach STEINLIN (1955) vom Ziel der Analyse bestimmt. In bezug auf die Art werden in der Forstwirtschaft die Ablaufabschnitte maschinen- oder arbeiterorientiert gegliedert. In unserem Fall sind beide Gliederungen verwendet worden, nämlich Ablaufarten für das Betriebsmittel (Nutzungen) und für den Menschen (Tätigkeiten). Was die Feinheit der Gliederung anbelangt, so haben wir uns für eine überwiegend sehr starke Unterteilung entschlossen. Dafür sprachen zum einen der zunächst weitgehend fehlende Einblick in die Abhängigkeiten zwischen Zielgrößen und Einflußfaktoren bei der Seilbringung, zum anderen die Absicht, über das unmittelbare Ziel der Arbeit hinaus weitergehende Auswertungsmöglichkeiten zu gewährleisten.

Bei der Grobgliederung hielten wir uns nicht an die von REFA (1971) neuerdings vorgeschlagene Zuordnung der Ablaufabschnitte zu sieben Ablaufarten, gruppierten vielmehr, weil im vorliegenden Falle sinnvoller, in "Reine Arbeitszeiten", "Allgemeine Zeiten" und in "Nicht auswertbare Zeiten". Diese drei Ablaufarten wurden beim Betriebsmittel und beim Menschen gleichermaßen verwendet.

Vom Arbeitsablauf her wurden vier Tätigkeitsbereiche unterschieden: Anfahrt, Montage und Demontage, Seilarbeit, Verziehen und Gantern. Die Seilarbeit wurde, wie schon erwähnt, an den zwei Arbeitsplätzen Maschinenstation und Ladestation erfaßt.

In Anlage 1 sind die Ablaufabschnitte und die zugehörigen Meßpunkte im einzelnen beschrieben. Die Ziffern in Klammern unter den Ablaufabschnitten weisen auf die Spalte in den Zeitaufnahmebögen hin. Die Anlagen 4 - 9 zeigen Muster unserer Zeitnahmeformulare.

2.4.2 Erfassung der übrigen Daten

Für jede Aufstellung wurden auf einem sog. Flächenblatt (Anl. 2) folgende Bestandesdaten erfaßt: Forstort, Exposition, Höhenlage, Baumhöhen (Mittelhöhe) sowie die A 3-Baumabstände vor und nach dem Eingriff. Letztere interessierten vor allem im Hinblick auf die Rückeschäden. Des weiteren wurde der Baumartenanteil, ermittelt allerdings nur am ausscheidenden Bestand, bestimmt. Über jede Aufstellung fertigten wir einen maßstabgetreuen Lageplan, der insbesondere Aufschluß gibt über die Beizugsgassen.

Vor Beginn der Seilarbeit wurden entlang der Trasse und der Gassen farbige Entfernungsmarkierungen in 5 - 10 m Abstand angebracht. Bei ausschließlich selektivem Eingriff ohne Anlage von Gassen brachten wir beidseits der Trasse jeweils bis zur Grenze des Einzugsbereiches gewissermaßen an Stelle der Gassen gleichfalls Entfernungsmarkierungen an. Mit Hilfe dieser Distanzmarken konnten die Zeitnehmer ohne zusätzlichen Meßgehilfen während des Seilbetriebes die von einer Last zurückgelegten Entfernungen, differenziert nach Bestand, Gasse und Tragseil, mühelos und mit voll ausreichender Genauigkeit ablesen.

Die Vermessung des Holzes erfolgte noch vor der Seilarbeit im Bestand. Lediglich bei Vollbaumverfahren konnten die Daten der Stämme erst auf der Waldstraße erfaßt werden. Die Hölzer wurden angesprochen auf Baumart, Länge, BHD, Mittendurchmesser, Rindenstärke, Lage des Holzes (in der Trasse, Gasse, Bestand), Fällungsrichtung (bergauf, bergab), dick- oder dünnörtige Bringung, Wurzelanläufe (keine, mittel, stark), Entastungsqualität (gut, mittel, schlecht) und die Rindenbeschaffenheit (glatt, rauh). Der Aufnahmebogen ist in Anlage 3 dargestellt. In die Auswertung gingen vorläufig nur die kardinal skalierten Variablen ein.

Jedes Stück erhielt im Zuge der Aufnahme eine Nummer, die später bei der Zeitstudie unter dem betreffenden Zyklus notiert wurde. Über diese Nummer konnten alsdann alle für die Auswertung interessierenden Daten des Arbeitsobjektes und der Last pro Fahrt aus den Holzaufnahmeformularen herangezogen werden.

Zur Charakterisierung der Geländeverhältnisse wurde für jede Aufstellung mittels Neigungs- und Entfernungsmessungen ein Längenprofil der Tragseiltrasse ermittelt und gezeichnet (s. Anl. 10 - 14). Hieraus berechneten wir das mit der Entfernung gewichtete mittlere Neigungsprozent sowie Prozent und Länge der maximalen Neigung. Ferner wurde die Beschaffenheit der Bodenoberfläche nach zuvor festgelegten Kriterien erfaßt und klassifiziert. In den nachfolgenden Auswertungen fanden allerdings vorerst nur die Neigungsangaben Eingang.

2.5 Aufbereitung und Auswertung der Daten

Im Verlauf der zweijährigen Versuchsserie wurden während 67 Tageszeitstudien 19 Aufstellungen, 1788 Fahrtzyklen und 9.500 Hölzer mit insgesamt rd. 250.000 Daten aufgenommen. Die Aufbereitung und Auswertung eines so umfangreichen Materials war nur mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung zu bewältigen. Hierfür stand die Rechenanlage vom Typ IBM 370-158 des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten zur Verfügung. Für die zahlreichen Arbeitsschritte wurden sowohl fertige Standard- als auch eigens entworfene Rechenprogramme verwendet.

2.5.1 Fehlerkontrollen und Datenaufbereitung

Die Zeitaufnahmebögen wurden überwiegend noch am Abend des Aufnahmetages einer ersten Vollständigkeits- und Fehlerkontrolle unterzogen; insbesondere wurde zyklenweise die Soll-Ist-Überprüfung vorgenommen. Im Hinblick auf die kurzen Kontrollintervalle setzten wir die Fehlertoleranz auf $\pm$ 5 % fest, d.h., Zyklen, deren Ist-Zeit $>$ $\pm$ 5 % von der Soll-Zeit abwich, wurden ausgeschieden.

Im weiteren übertrugen wir die Informationen der Zeitaufnahmebögen auf Lochkarten. Einmal mehr erwies sich das Fehlen von Zeitnahmegeräten mit direkter Speicherung der Meßwerte auf Datenträger als großer Mangel. Der Transfer einer Vielzahl von Daten von manuell gefertigten Belegen auf Datenträger ist gleichermaßen zeitraubend und fehlerträchtig.

Parallel zu den Zeitwerten wurden auch die Bestandes- und Stammdaten auf Lochkarten übertragen.

Alle Lochkarten bzw. die darauf enthaltenen Informationen unterzogen wir anschließend einer mehrfachen Plausibilitätskontrolle. So wurde beispielsweise für jede Art von Information ein Toleranzbereich vorgegeben und mit Hilfe spezieller Rechenprogramme geprüft, ob und ggf. bei welchem Zyklus oder Baum dieser Bereich überschritten wurde.

Zum Abschluß der Kontrolle und Aufbereitung der Daten und als unmittelbare Basis für die anschließenden Auswertungen speicherten wir schließlich das gesamte Datenmaterial nach Aufstellungen und innerhalb dieser nach Fahrtzyklen auf Magnettrommeln. Gleichzeitig wurden, um einen ersten Überblick über die Struktur des Materials zu erhalten, Mittelwerte und Streuungen aller gespeicherten Variablen pro Aufstellung berechnet. Für diese Arbeiten schrieb KENNEL dankenswerterweise spezielle Rechenprogramme.

2.5.2 Mathematisch-statistische Auswertung

Bei der Auswertung der Daten bedienten wir uns, da es sich von der Zielsetzung her vor allem um die Prüfung von Abhängigkeiten zwischen variablen Größen handelte, vornehmlich der Regressions- und Korrelationsanalyse. Hierfür standen Standardrechenprogramme zur Verfügung.

Über die im einzelnen analysierten Zusammenhänge wird in den folgenden Abschnitten berichtet. Hier seien lediglich einige allgemeine Bemerkungen über das Vorgehen vorangestellt. Wir besaßen zunächst nur sehr spärliche Informationen über die Art der Abhängigkeiten zwischen den Einflußfaktoren (= unabhängige Variablen) und den verschiedenen Zielgrößen (= abhängige Variablen). Die Regressionsfunktion, welche die Variabilität der Zielgröße am besten erklärte, wurde deshalb folgendermaßen approximiert: Wir prüften in der Regel vier verschiedene Funktionstypen, nämlich den linearen Ansatz, die Parabel zweiter Ordnung, die Hyperbel (Kehrwerte der unabhängigen Variablen) und schließlich einen logarithmischen Ansatz

(Basis e). Für jeden Funktionstyp wurden alle sinnvoll erscheinenden Kombinationen von unabhängigen Variablen getestet. Als jeweils "beste" Funktion wurde jene mit dem höchsten Bestimmtheitsmaß und dem niedrigsten Standardschätzfehler betrachtet. Diese sogenannten "besten" Funktionen sind für die Zwecke der Praxis häufig wenig geeignet, sei es, daß die unabhängigen Variablen im praktischen Betrieb nur umständlich zu ermitteln sind, sei es, daß die Funktion nur mit größerem Rechenaufwand ausgerechnet werden kann. Wir versuchten deshalb, in all den Fällen, wo es sich um Zusammenhänge handelte, die auch für die Praxis von unmittelbarem Interesse sind, "praxisorientierte" Ansätze vorzuschlagen. Sie zeichnen sich gegenüber den "besten" Ausgleichsfunktionen in der Regel durch einfache Funktionstypen, durch eine kleinere Zahl unabhängiger Variablen mit leichter Erfaßbarkeit in der Praxis sowie durch ein niedrigeres Bestimmtheitsmaß und einen höheren Standardschätzfehler aus. Soweit möglich, waren wir bemüht, auch bei diesen "praxisorientierten" Ansätzen einen B-Wert von 50 % nicht zu unterschreiten.

Eine Beschreibung aller geprüften Regressionen würde zu weit führen. Wir beschränken uns vielmehr auf die tabellarische Wiedergabe der wichtigsten Maßzahlen der jeweils "besten" sowie der zugehörigen "praxisorientierten" Regressionen. Im Bedarfsfall kann auf Grund der tabellarischen Angaben die Gleichung jeder Regression nach den folgenden vereinfachten Formeln berechnet werden:

a) linear $y = b_o \pm b_i x_i$

b) quadratisch (Parabel) $y = b_o \pm b_i x_i \pm b_j x_i^2$

c) logarithmisch $\ln y = b_o \pm b_i \ln x_i$

d) reziprok (Hyperbel) $y = b_o \pm \frac{b_i}{x_i}$

Die Irrtumswahrscheinlichkeiten bei Signifikanz-Tests werden durch folgende Signaturen dargestellt:

5 % = * , 1 % = **, 0,1 % = ***.

Im übrigen werden folgende Symbole benutzt:

x_i	=	unabhängige Variable,
f	=	Typ des Funktionsansatzes,
N	=	Anzahl Beobachtungen,
b_o	=	additive Regressionskonstante,
b_i	=	partieller Regressionskoeffizient,
t	=	t-Wert für die Existenzprüfung der Regressionskoeffizienten (Student-Test),
B	=	Bestimmtheitsmaß oder Determiniertheit,
F	=	F-Wert für die Existenzprüfung der Regression (Fisher-Test),
$s\hat{y}x$	=	Standardabweichung um die Regression oder bedingte Standardabweichung der Regression.

Um Unterschiede in den Zielgrößen zwischen verschiedenen Verfahrensvarianten auf ihre Signifikanz prüfen zu können, wären an sich Kovarianzanalysen im Anschluß an die Regressionsanalysen von Nutzen gewesen. Teils aus Mangel an einer ausreichenden Zahl von Wiederholungen ein- und derselben Verfahrensvarianten, teils wegen des erheblichen zusätzlichen Rechenaufwandes, waren derartige Prüfungen im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich.

Die Kovarianzanalyse ist ein Verfahren, das die Streuungszerlegung mit der Korrelationsrechnung verbindet (WEBER, 1972). Sie gestattet die Prüfung auf Signifikanz der Abweichungen zwischen zwei Mittelwerten unter gleichzeitiger Berücksichtigung des Einflusses der Kovariaten. Bedingung hierzu ist jedoch, daß alle Kovariaten innerhalb einer Variante variieren. Nur so ist ein Vergleich von Varianten möglich. In unserem Fall wurden z.B. die Geländeneigungen für eine ganze Aufstellung einheitlich bestimmt.

Mit anderen Worten: Die Fahrtzyklen einer Aufstellung haben alle die gleiche durchschnittliche Hangneigung der betreffenden Tragseiltrasse. Deshalb sind mindestens zwei Aufstellungen pro Variante notwendig, um eine Kovarianzanalyse vornehmen zu können. Das war vom Umfang her nicht durchführbar, so daß nur bei einem Verfahren [1] zwei Varianten hätten verglichen werden können. Eine Hangneigung pro Fahrt zu ermitteln, was theoretisch zu Vergleichsmöglichkeiten geführt hätte, ist praktisch kaum durchführbar und im Grunde auch unrealistisch angesichts des ständig wechselnden Gefälles in den Beizugsgassen und Tragseiltrassen.

3. Zeitbedarf und Leistung

3.1 Überblick

Einen ersten Überblick über Zeitbedarf und Leistung im Durchschnitt einer Aufstellung vermittelt die Tabelle 5. Tabelle 6, in der die Aufstellungen nach dem mittleren Stückvolumen (im Durchschnitt einer Aufstellung) geordnet sind, gibt gewisse Hinweise auf die Bedeutung einiger Einflußfaktoren. Obwohl es sich nur um Durchschnittswerte handelt, ist der Einfluß insbesondere von Maschinentyp, Stückvolumen, Transportentfernung beim Beizug und am Tragseil, Lastgröße und Aufarbeitungsgrad zu erkennen.

3.2 Zeitbedarf "Anfahrt"

Unter "Anfahrt" verstehen wir die Überstellung der Maschine vom Unterbringungsort, von der vorhergehenden Aufstellung oder von der Werkstatt an den Ort der nächsten Aufstellung. Wie aus Tab. 7 zu entnehmen ist, variierte die Anfahrtszeit von 2 - 278 Minuten je nach der zu überwindenden Entfernung. Es

---

1) Bergaufbringung im Rohschaftverfahren mit Hölzern bis zu 14 m Länge bei Selektiveingriffen und Gassenaufhieb.

Tab. 5

Übersicht der Versuchsergebnisse

Aufst. Nr.	Zeitaufwand bei Seilarbeit				Leistung bei Seilarbeit				Zeitaufw. inkl. Montage u. Demontage		Leistung inkl. Montage und Demontage	
	Arbeiter		Maschine		Arbeiter		Maschine					
	RAZ	GAZ	RAZ	GAZ	RAZ	GAZ	RAZ	GAZ	Arbeit.	Maschin.	Arbeit.	Maschine
	Minuten/fm				fm/Stunde				Minuten/fm		fm/Stunde	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	46,21	71,78	14,44	22,43	1,30	0,83	4,15	2,67	110,19	31.84	0,54	1,88
2	46.24	62,91	14,45	19,66	1,30	0,95	4,15	3,05	132,19	36,64	0,45	1,64
3	52,03	73,31	16,26	22,91	1,15	0,82	3,69	2,62	109,74	31,37	0,55	1,91
4	45,25	59,55	14,14	18,61	1,33	1,01	4,24	3,22	87,84	23,93	0,68	2,51
5	35,68	58,94	11,15	18,42	1,68	1,02	5,38	3,26	97,64	28,09	0,61	2,14
6	38,53	58,02	12,04	18,13	1,56	1,03	4,98	3,31	92,16	26,79	0,65	2,24
8	22,05	28,29	6,89	8,84	2,72	2,12	8,71	6,78	50,51	14,96	1,19	4,01
9	23,55	39,30	7,36	12,28	2,54	1,53	8,14	4,89	56,66	15,76	1,06	3,61
10	25,44	46,02	7,95	14,38	2,36	1,30	7,54	4,17	82,51	26,40	0,73	2,27
12	23,73	35,43	7,91	11,81	2,53	1,69	7,58	5,08	48,05	15,85	1,25	3,79
13	15,36	27,90	5,12	9,30	3,91	2,15	11,72	6,45	38,58	12,79	1,56	4,69
14	28,50	55,98	9,50	18,66	2,10	1,07	6,31	3,21	74,88	24,16	0,80	2,48
15	12,93	16,53	4,31	5,51	4,64	3,63	13,93	10,89	28,40	9,53	2,11	6,30
16	23,04	32,88	7,68	10,96	2,61	1,83	7,82	5,48	45,11	15,19	1,33	3,95
17	9,30	13,83	3,10	4,61	6,45	4,33	19,35	13,00	20,68	6,99	2,90	8,58
18	27,68	34,18	8,65	10,68	2,17	1,76	6,94	5,62	41,51	13,35	1,45	4,49
19	31,32	40,95	10,44	13,65	1,92	1,47	5,75	4,40	53,61	17,58	1,12	3,41
20	23,58	26,82	7,86	8,94	2,54	2,24	7,63	6,71	38,19	12,06	1,57	4,98

Tab. 6

Abhängigkeit der Leistung von Stückvolumen und Maschinentyp

Maschinentyp	Mittl. Stückvol. Fm o.R.	Mittl. Stückzahl pro Fahrt	Mittl. Volumen pro Fahrt Fm o.R.	Aufstellung Nr.	Leistung bei Seilarbeit: Fm/Maschinenstunde RAZ	Leistung bei Seilarbeit: Fm/Maschinenstunde GAZ	Code: Rückerichtg. 4)	Code: Aufarbeitungsgrad 5)	Entfernung: Mittl. Beizug 1) m	Entfernung: Mittl. Seiltransport m	Eingriffsart 6)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
URUS Mob. Seilkran 1,5 t	0,088	6,2	0,545	2	4,15	3,05	1	2	17,1	98,3	S + G
	0,090	7,3	0,654	4	4,24	3,22	1	2	21,4	125,4	S + G
	0,095	5,9	0,563	3	3,69	2,62	1	2	28,2	141,4	S + G
	0,119	6,5	0,772	5	5,38	3,26	1	2	17,0	161,7	S + G
	0,135	4,4	0,594	6	4,98	3,31	1	2	12,5	156,0	S + G
	0,212	2,2	0,472	1	4,15	2,67	1	2	20,7	138,6	S
	0,231	3,4	0,775	18	6,94	5,62	1	2	23,6	91,0	G
	0,252	2,3	0,584	20	7,63	6,71	2	2	10,4	62,7	G
	0,260	2,0	0,520	19	5,75	4,40	1	1	24,6	106,6	G
	0,332	2,9	0,966	9	8,14	4,89	1	3	14,8	137,3	S + G
	0,350	2,6	0,897	8	8,71	6,78	1	3	15,2	80,8	S
URUS Mob. Seilkran 2,5 t	0,197	4,2	0,824	16	7,82	5,48	1	1	29,4	96,9	G
	0,203	4,9	1,001	14	6,31	3,21	1	2	31,7	107,2	S,S+G
	0,204	7,2	1,455	15	13,93	10,89 3)	1	2	6,2	108,3	S + G
	0,255	5,6	1,416	12	7,58	5,08	1	2	29,4	159,9	S + G
	0,293	3,9	1,151	10	7,54	4,17	1	2	29,9	110,0	S,S+G
	0,414	4,5	1,859	13	11,72	6,45	1	3	41,1	106,0	S + G
	0,631	4,0	2,512	17	19,35	13,00 2)	1	4	22,2	145,0	K

1) mittl. seitl. Beizug mit einem Winkel zur Tragseiltrasse von 30-50° je nach Aufstellung. - 2) Kahlhieb. - 3) Beizug mit Radiotir (vor URUS-Einsatz). - 4) Rückerichtung: bergab = 2, bergauf = 1. - 5) Aufarbeitungsgrad: Vollbaum = 1, Rohschaft < 14 lfm = 2, Rohschaft > 14 lfm = 3, Kurzholz < 10 lfm = 4. - 6) Reine Selektion = S; Selektion und Gassenaufhieb = S + G; Gassendurchforstung = G; Kahlhieb = K.

Tab. 7

Anfahrtszeit pro Aufstellung

Aufstellungs-Nr.	Zeitaufwand (GAZ) Min.	Entfernung Km
1	88,50	32,800
2	253,00	93,800
3	3,00	0,085
4	3,00	0,080
5	6,00	0,065
6	278,00	91,500
8	206,50	92,100
9	3,00	0,060
10	37,00	3,800
11	2,50	0,046
12	2,00	0,038
13	22,00	2,200
14	8,00	0,080
15	-	-
16	-	-
17	-	-
18	-	-
19	4,00	0,080
20	5,00	0,100

wurde festgestellt, daß die mittlere Fahrgeschwindigkeit der mobilen Kippmastseilkrane auf Forststraßen ca. 7 - 9 km/h und auf öffentlichen Straßen 25 - 35 km/h betrug. Abb. 8 vermittelt Anhaltspunkte über den Zeitaufwand für "Anfahrt" in Abhängigkeit von der Fahrentfernung.

Die geringen Fahrzeiten bei aneinandergrenzenden Aufstellungen, wie z.B. bei den Einsätzen 3, 4, 5, 9, 11, 12, 14, 19 und 20, und die daraus resultierende geringe Fixzeitbelastung pro gebrachtem Festmeter verdeutlichen nur zu gut, daß der Einsatz solcher Maschinen sorgfältig geplant werden muß [1]. Fahrzeiten zwischen zwei Aufstellungen lassen sich so gut wie vermeiden und der Zeitaufwand für Montage und Demontage merklich verringern, wenn größere zusammenhängende Flächen durchforstet werden und benachbarte Aufstellungen mehr oder weniger parallel zueinander erfolgen können. Die Zwischenfahrstrecken sinken alsdann auf 50 - 80 m und die Fahrzeiten dürften zwischen 3 - 5 Minuten schwanken.

3.3 Zeitbedarf "Montage und Demontage"

3.3.1 Einflüsse auf den Zeitbedarf pro Aufstellung

Im Durchschnitt aller Versuchsaufstellungen entfallen rund 29 % der Gesamtzeit einer Aufstellung auf Montage und Demontage, mit einer Schwankung zwischen 20 und 46 %. Montage- und Demontagezeit stehen zueinander im Verhältnis 2:1. Einzelheiten sind aus Anlage 15 und 16 zu entnehmen.

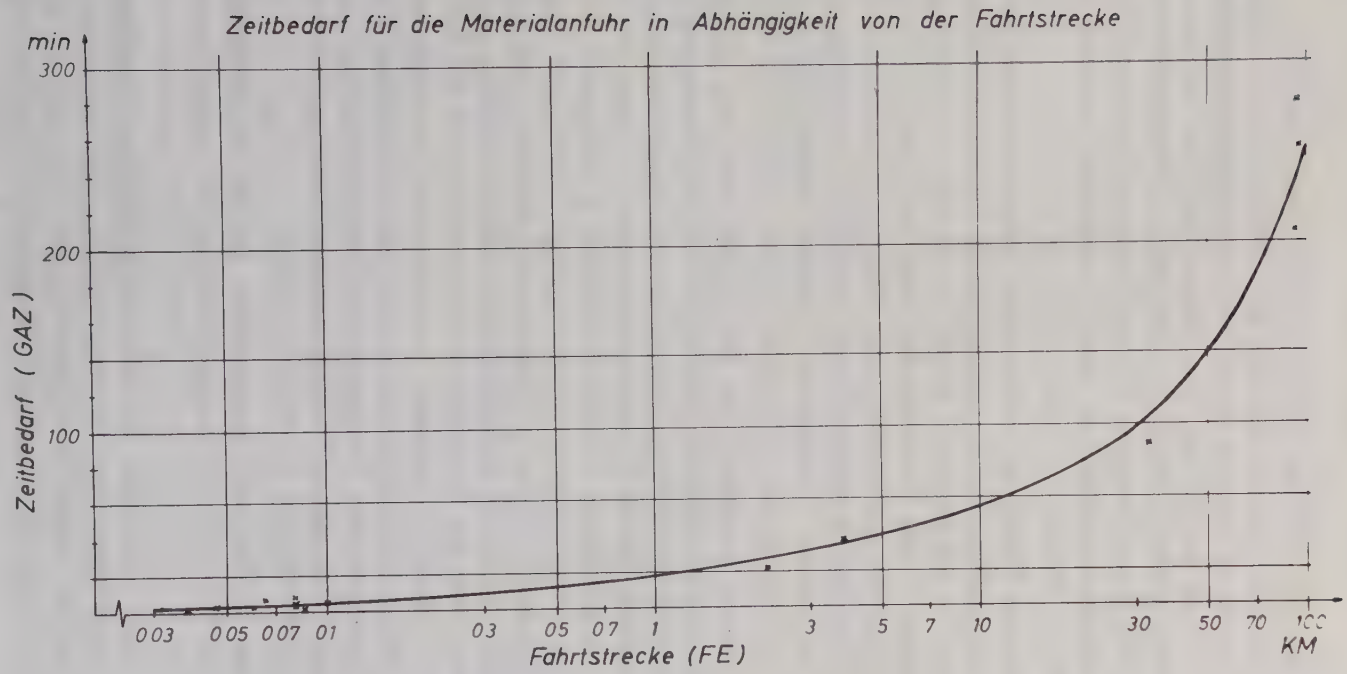
Aus dem hohen Anteil der Montage- und Demontagezeit an der Gesamtzeit folgt, daß die Fixkostenbelastung je gerücktem Festmeter durch Auf- und Abbau stark ins Gewicht fällt und daß der Frage nach den Einflüssen auf den Montage- und Demontageaufwand erhebliche Bedeutung zukommt.

Mittels Regressionsanalyse wurde der Einfluß folgender unabhängigen Variablen untersucht: Trassenlänge (TL), mittlere

---

1) Die verhältnismäßig hohe Zahl an längeren Anfahrtszeiten ergab sich aus versuchstechnischen Gründen.

Abb. 8


Zeitbedarf für die Materialanfuhr in Abhängigkeit von der Fahrtstrecke
min
300
200
100
Zeitbedarf (GAZ)
0 03
0 05
0 07
01
03
05
07
1
3
5
7
10
30
50
70
100
KM
Fahrtstrecke (FE)

und maximale Hangneigung (ND, NM), Strecke der Seiltrasse mit maximaler Neigung (ENM), Aufarbeitungsgrad des Holzes (AAG), Zahl der Stützen bzw. Sättel (SAT) und schließlich Zahl der Arbeiter (ZAR). Als abhängige Veränderliche wurden geprüft: Reine Arbeitszeit (RAZ), Wartezeiten (WRT), Summe aller allgemeinen Zeiten i.w.S. einschließlich Wartezeiten (SAZ) und Gesamtarbeitszeit (GAZ).

In Tabelle 8 sind die Mittelwerte, Variationsbreiten und Variationskoeffizienten aller geprüften Variablen zusammengestellt. In die Analysen gingen nur 16 der 19 Versuchsaufstellungen ein. Drei Aufstellungen waren die jeweils erste Montage und Demontage der betreffenden Partie und weisen daher weit über den anderen Aufstellungen liegende Zeitbedarfswerte auf. Für den Bereich "Seilbetrieb" hingegen konnten diese "Einübungs-Aufstellungen" verwendet werden.

Der gesamte Zeitbedarf für Montage und Demontage pro Aufstellung schwankt zwischen rund 14 und 51 Arbeiterstunden mit einem Mittelwert von ca. 27 Arbeiterstunden. Diese relativ hohen Werte sind z.T. auf die bis zu 57,7 % hohen AZ (% von RAZ) zurückzuführen, wobei das Warten im Extremfall die Hälfte der allgemeinen Zeiten ausmacht. Durch eine eingeübte Mannschaft könnten die Wartezeiten weitgehend eingespart werden. Die reinen Arbeitszeiten könnten ebenfalls verringert werden, wenn die Aufstellungen benachbart sind und mehr oder weniger parallel zueinander erfolgen; bei der Demontage müssen dann etliche Geräteteile nicht zur URUS-Station hinauf- oder hinabgebracht, sondern können hangparallel zur nebenliegenden Trasse gebracht werden,und Seilarmaturen brauchen nicht fahrtgerecht verstaut zu werden.

Die Tab. 9 (für reine Arbeitszeit) und 10 (für Gesamtarbeitszeit) zeigen die wichtigsten Resultate der Regressionsanalysen.

Als i.d.R. wichtigste Variable erwies sich erwartungsgemäß die Trassenlänge (TL). Daneben sind die Zahl der Sättel (SAT), die Zahl der beteiligten Arbeiter (ZAR), die Strecke der maximalen Neigung (ENM) sowie die durchschnittliche Neigung (ND)

Tab. 8

Mittelwerte, Variationsbreiten und Variationskoeffizienten

a) Unabhängige Variablen

N = 16

x_i	Einheit	von	bis	$\overline{X}$	CV (%)
TL	m	123	340	229, 63	26, 89
ND	%	25	51	36, 63	17, 61
NM	%	38	122	56, 44	34, 64
ENM	m	7	130	45, 94	89, 43
AAG	-	1	4	2, 19	34, 29
SAT	n	0	2	1, 19	29, 86
ZAR	n	3	4	3, 50	14, 75

b) Abhängige Variablen

Montage

N = 16

y_i	Einheit	von	bis	$\overline{X}$	Cv (%)
RAZ	min	423,75	1.278,50	738, 20	39, 38
SAZ	min	162,25	735	349 ,77	43, 70
WRT	min	42, 50	354 ,50	141, 22	65, 89
GAZ	min	586	1. 963, 50	087, 94	37, 68

Demontage

y_i	Einheit	von	bis	$\overline{X}$	Cv (%)
RAZ	min	179, 50	994	380 ,50	57, 18
SAZ	min	16, 50	354	157, 20	54, 65
WRT	min	0	163 ,50	79, 20	60, 42
GAZ	min	196	1.246	537, 75	53, 30

Montage u. Demontage i. g.

y_i	Einheit	von	bis	$\overline{X}$	Cv (%)
RAZ	min	606, 50	2. 272, 50	1. 118, 70	42, 76
SAZ	min	224, 75	1. 089	507, 02	43, 23
WRT	min	99, 75	505	220, 42	51, 34
GAZ	min	831, 25	3. 043, 50	1. 625, 69	40, 31

Tab. 9

Regressionsanalyse Reine Arbeitszeit

a) Optimaler Ausgleich (N = 16)

x_i	Funktion	b_o	b_1	t - Wert	B	F - Wert	$s_{\hat{y}x}$ %
			Montage				
TL ND	lin	-707,1428	3,3741 18,3091	5,13*** 2,90*	0,750	19,45**	39,6
			Demontage				
SAT ZAR	lin	-929,7190	224,9844 237,9828	3,13** 3,12**	0,583	9;10**	21,1
			Montage u. Demontage i.g.				
TL ND	lin	-1125,9834	5,5540 26,4670	4,71** 2,35 *	0,704	15,43**	25,01

b) Praxisorientierter Ausgleich (N = 16)

			Montage				
TL	lin	-89,9836	3,6067	4,46**	0,587	19,90**	26,19
			Demontage				
TL	lin	-143,8547	2,2835	3,18**	0,420	10,14**	45,07
			Montage u. Demontage i.g.				
TL	lin	-223,8384	5,8902	4,38**	0,578	19,19**	28,7

Tab. 10

Regressionsanalyse Gesamtarbeitszeit

A) Optimaler Ausgleich (N=16)

x_i	Funktion	b_o	b_i	t - Wert	B	F - Wert	$S\hat{y}x$ %
Montage							
ENM	lin	693,9202	8,5773	6,29***	0,739	39,62**	19,93
Demontage							
SAT ZAR	lin	-1276,8242	300,8196 336,4456	3,40** 3,58**	0,636	11,37**	34,53
Montage und Demontage i.g.							
ENM	lin	1025,5410	13,0644	5,34***	0,671	28,53**	23,94

b) Praxisorientierter Ausgleich (N=16)

Montage							
TL	lin	-74,4114	5,0619	4,41***	0,583	19,46**	25,23
Demontage							
TL	lin	-203,3816	3,2276	3,62**	0,484	13,11**	39,65
Montage u. Demontage i.g.							
TL	lin	-277,7940	8,2895	4,68***	0,610	21,92**	26,05

von Belang. Für den praxisorientierten Ausgleich konnte zwanglos durchweg mit der Trassenlänge operiert werden. Der lineare Ausgleich war in allen Fällen der beste. Zwischen der 1,5 t- und der 2,5 t-Anlage existieren hinsichtlich Auf- und Abbau keine nachweisbaren Unterschiede.

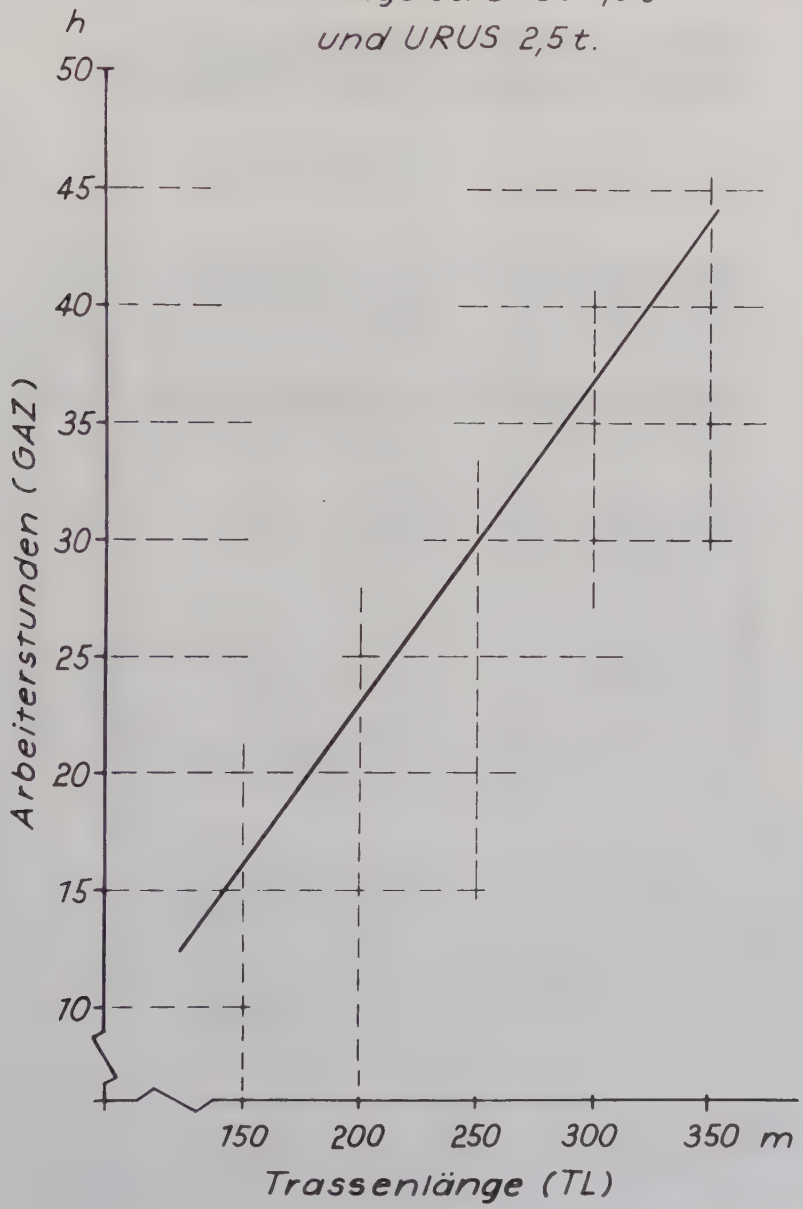
Der für Zeitaufwand- und Kostenkalkulation letztlich interessierende Zusammenhang zwischen Gesamtzeitbedarf für Montage und Demontage und der Trassenlänge ist in Abb. 9 graphisch und in Tab. 11 zahlenmäßig dargestellt. Es liegt eine Bedienung von 3,5 Mann zugrunde. Daß die gleiche Arbeit auch von einer 3-Mann-Rotte erledigt werden kann und somit eine geringere Zahl an Arbeiterstunden nötig wäre, beweist die Tatsache, daß von sieben Aufstellungen, die beim URUS 2,5 t und einer Mannschaft von drei Mann getätigt wurden, fünf Aufstellungen unter der Regressionsgerade liegen, nur zwei darüber. Daher empfiehlt es sich, bei Schätzung des Zeitbedarfs an Arbeiterstunden pro Aufstellung bei eingeübten Partien die Maschinenstunden aus Tab. 11 mit 3 zu multiplizieren.

Aus der Praxis der Seilkranarbeit ist bekannt, daß der Montage- und Demontageaufwand u.a. stark von der Zahl der Sättel abhängt. Wenn in unserem Material dieser Einfluß nur wenig aufscheint, dann liegt dies an der relativ straffen Korrelation zwischen Trassenlänge und Zahl der benötigten Sättel bzw. Stützen. Als Faustregel läßt sich aus unseren Daten ableiten, daß pro 130 - 150 lfm Trassenlänge ein Sattel bzw. eine Stütze erforderlich werden.

3.3.2 Einflüsse auf den Zeitbedarf pro Leistungseinheit

Von dem Einübungsgrad der Mannschaft einmal abgesehen, wird die Fixkostenbelastung pro Festmeter durch Montage und Demontage neben der Trassenlänge entscheidend beeinflußt vom Holzanfall pro Aufstellung. Letzterer ergibt sich aus der Eingriffsstärke und der erfaßten Fläche. Aus Tab. 12 ist die praktisch denkbare Variation des Holzanfalls pro Aufstellung ersichtlich, zum einen für einen Trassenabstand von 70 m

Abb. 9 Zeitaufwand für Montage und Demontage bei URUS 1,5 t und URUS 2,5 t.



Tab. 11

Zeitbedarf pro Aufstellung für Montage und Demontage in Abhängigkeit von der Trassenlänge

Tragseillänge m	Zeitaufwand i.g. Arbeiter h	Zeitaufwand i.g. Maschine h
1	2	3
125	12,6	3,6
150	16,1	4,6
175	19,6	5,6
200	23,0	6,6
225	26,5	7,6
250	29,9	8,6
275	33,4	9,5
300	36,8	10,5
325	40,3	11,5
350	43,7	12,5

Tab. 12

Holzanfall pro Aufstellung [1]

a) Trassenabstand 70m [2]

Eingriffsstärke m^3(r)/ha	Trassenlänge (m)									
	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
	Holzanfall (m^3(r))									
30	32,55	37,80	43,05	48,30	53,55	58,80	64,05	69,30	74,55	79,80
40	43,40	50,40	57,40	64,40	71,40	78,40	85,40	92,40	99,40	106,40
50	54,25	63,00	71,75	80,50	89,25	98,00	106,75	115,50	124,25	133,00
60	65,10	75,60	86,10	96,60	107,10	117,60	128,10	138,60	149,10	159,60
70	75,95	88,20	100,45	112,70	124,95	137,20	149,45	161,70	173,95	186,20
80	86,80	100,80	114,80	128,80	142,80	156,80	170,80	184,80	198,80	212,80
90	97,65	113,40	129,15	144,90	160,65	176,40	192,15	207,90	223,65	239,40
100	108,50	126,00	143,50	161,00	178,50	196,00	213,50	231,00	248,50	266,00
110	119,35	138,60	157,85	177,10	196,35	215,60	234,85	254,10	273,35	292,60

b) Trassenabstand 100 m [3]

30	46,50	54,00	61,50	69,00	76,50	84,00	91,50	99,00	106,50	114,00
40	62,00	72,00	82,00	92,00	102,00	112,00	122,00	132,00	142,00	152,00
50	77,50	90,00	102,50	115,00	127,50	140,00	152,50	165,00	177,50	190,00
60	93,00	108,00	123,00	138,00	153,00	168,00	183,00	198,00	213,00	228,00
70	108,50	126,00	143,50	161,00	178,50	196,00	213,50	231,00	248,50	266,00
80	124,00	144,00	164,00	184,00	204,00	224,00	244,00	264,00	284,00	304,00
90	139,50	162,00	184,50	207,00	229,50	252,00	274,50	297,00	319,50	342,00
100	155,00	180,00	205,00	230,00	255,00	280,00	305,00	330,00	355,00	380,00
110	170,50	198,00	225,50	253,00	280,50	308,00	335,50	363,00	390,50	418,00

1) Fläche = (Trassenlänge + 30 m) x Trassenabstand
2) 35 m beidseits des Tragseils
3) 50 m beidseits des Tragseils

(2 x 35 m seitliche Zulieferung), zum anderen für einen von 100 m (2 x 50 m seitliche Zulieferung).

Aus Tab. 12 und 11 läßt sich nun die Belastung eines Festmeters mit Montage- und Demontagezeit ermitteln (Tab. 13). Bereits an dieser Stelle sei vermerkt, daß Aufstellungen, die eine Fixzeitbelastung für Auf- und Abbau von mehr als ca. 4 - 5 Masch.Min/m^3(r) bedingen, kostenmäßig kaum mehr zu vertreten sind.

Wie krass der Zeitaufwand pro Aufstellung bei zunehmender Trassenlänge und Holzanfall abnimmt, verdeutlicht Abb. 10. Daraus geht hervor, daß der unvermeidliche fixe Aufwand unterhalb einer gewissen Eingriffsstärke den Seilkraneinsatz zu teuer werden läßt. LÖFFLER (1973) hat diese Frage in anderem Zusammenhang am Beispiel verschiedener Seilbringungsverfahren für Schwachholz diskutiert. Nach BRABECK (1972) sollten pro Aufstellung mindestens 50 m^3(r) anfallen. Wir neigen bei Schwachholz eher zu Werten von 75 - 100 m^3(r) pro Aufstellung. Man wird sich daher vor jedem Seilkraneinsatz auch die Frage stellen müssen, ob es waldbaulich vertretbar ist, zu kräftigeren und dafür selteneren Eingriffen überzugehen. Ferner ergibt sich die Notwendigkeit, die anderen Regulatoren des Holzanfalles, nämlich Trassenlänge und Trassenabstand, den örtlichen Gegebenheiten optimal anzupassen. So können geringe Eingriffsstärken durch längere Tragseiltrassen und breitere Trassenabstände in gewissen Grenzen ausgeglichen werden, ohne damit einen merklichen Leistungsabfall bei der eigentlichen Seilbringung zu verursachen. Montage und Demontage enthalten jedenfalls einen beträchtlichen Spielraum für die Beeinflussung von Zeitaufwand und Kosten.

3.4 Zeitbedarf "Seilbetrieb" (URUS-Station)

Bezugsgröße für den Zeitbedarf beim Seilbetrieb ist der Fahrtzyklus ("turn" im angelsächsischen Sprachgebrauch). Zeitbedarf in diesem Zusammenhang ist die pro Fahrtzyklus benötigte Maschinenzeit bzw. die Zeit des Maschinenführers. Den gesamten Bedarf an menschlicher Arbeitszeit erhält man durch Multipli-

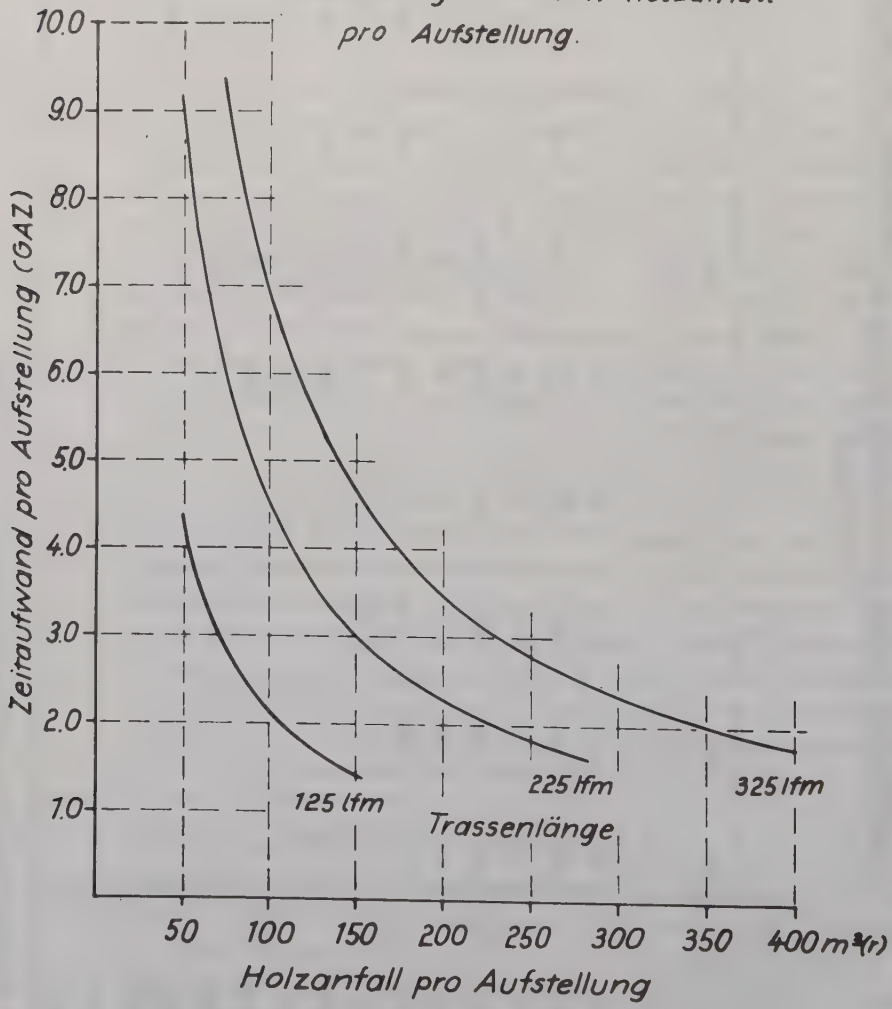
Tab. 13

Zeitaufwand für Montage und Demontage bezogen auf Trassenlänge und Holzanfall je Aufstellung [1)]

Holzanfall pro Aufstellung $m^3(r)$	TRASSENLÄNGE (m)									
	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
	Maschinenminuten pro $m^3(r)$									
50	4,33	5,52	6,71	7,88	9,07					
75	2,89	3,68	4,47	5,26	6,05	6,84	7,62	8,42	9,21	
100	2,17	2,76	3,35	3,94	4,54	5,13	5,72	6,31	6,91	7,49
125	1,73	2,21	2,68	3,15	3,63	4,10	4,57	5,05	5,52	6,00
150	1,44	1,84	2,24	2,63	3,02	3,42	3,81	4,21	4,60	5,00
175		1,58	1,92	2,25	2,59	2,93	3,27	3,61	3,95	4,28
200			1,68	1,97	2,27	2,57	2,86	3,16	3,45	3,75
225				1,75	2,02	2,28	2,54	2,81	3,07	3,33
250				1,65	1,81	2,05	2,28	2,52	2,76	3,00
275					1,65	1,87	2,08	2,30	2,51	2,73
300						1,71	1,91	2,10	2,30	2,50
325							1,76	1,94	2,12	2,31
350								1,80	1,97	2,14
375									1,84	2,00
400									1,73	1,87

1) Bei einer eingeübten Bedienungsmannschaft von 3 Mann

Abb. 1.0 Zeitzuschlag für Montage und Demontage in Abhängigkeit von der Trassenlänge und dem Holzanfall pro Aufstellung.



kation dieses (einfachen) Zeitbedarfs mit der Zahl der in der Seilpartie beschäftigten Personen.

Die an der URUS-Station ermittelte Höhe und Struktur des Arbeitszeitbedarfs gibt selbstverständlich keinen hinreichenden Aufschluß über die Tätigkeitsstruktur der Arbeiten an der Ladestation im Bestand. Diese beeinflußt jedoch unmittelbar die an der URUS-Staion gemessenen Werte. So ist "Wartezeit" bei der Maschine bedingt durch Arbeitsabläufe an der Ladestation. Diesen Zusammenhängen wird in einem gesonderten Abschnitt (siehe 3.5) nachgegangen.

3.4.1 Untersuchte Varianten

An anderer Stelle wurde bereits auf die große Zahl denkbarer Einflußfaktoren auf den Zeitbedarf - und folglich auch auf Leistung und Kosten - hingewiesen. Im Rahmen dieser Arbeit war es nicht möglich, auch nur annähernd alle praktisch interessanten Kombinationen der beeinflussenden Variablen zu untersuchen. Die für die Arbeit zur Verfügung stehende Zeit, die begrenzten Sachmittel und die von den Belangen des Forstbetriebs (vorgegebene Hiebspläne, Einhaltung von Vorverträgen usw.) gesteuerte Auswahl der Versuchsflächen erlaubte es auch nicht, jede Variante in mehreren Wiederholungen zu untersuchen. Für eine vielseitige Auswertung und Interpretation der Ergebnisse wäre gerade die mehrfache Wiederholung von Varianten methodisch und faktisch von hohem Interesse gewesen.

Aus der tabellarischen Übersicht 14 gehen die untersuchten Verfahren, Varianten und - soweit zutreffend - die Wiederholungen hervor. Im einzelnen wurden geprüft:

1. Verfahren:
   - Bergaufbringung von:
     . Vollbäumen bei Gassendurchforstung (↑, Vb, G) = Verfahren Nr. 1,
     . Rohschäften bis zu 14 m Länge bei reinen Selektiveingriffen (↑, R<14 m; S) = Verfahren Nr. 2,

Untersuchte Verfahren, Varianten und Wiederholungen

Verfahren Nr.	Betriebsmittel	Rückerichtung	Aufarbeitungsgrad	Eingriffsart	Wiederholungen 1	2	3	4	5
					Aufstellung Nr./Anzahl Fahrten				
1	2	3	4	5	6				
1	1.5 t	↑	Vb	G	19/215				
	2.5 t	↑	Vb	G	16/118				
2	1.5 t	↑	R < 14 m	S	1/92				
	2.5 t	↑	R < 14 m	S	10/14	14/34			
3	1.5 t	↑	R < 14 m	S + G	2/49	3/136	4/95	5/97	6/101
	2.5 t	↑	R < 14 m	S + G	10/43	11/6	12/18	14/52	
4	2.5 t*	↑	R < 14 m	S + G	15/60				
5	1.5 t	↑	R < 14 m	G	18/198				
6	1.5 t	↑	R > 14 m	S	8/69				
7	1.5 t	↑	R > 14 m	S + G	9/140				
	2.5 t	↑	R > 14 m	S + G	13/75				
8	2.5 t	↑	Kh	K	17/54				
9	1.5 t	↓	R < 14 m	G	20/122				

*	=	Vorrückung durch RADIOTIR
1.5 t	=	URUS 1.5 t - 250 m
2.5 t	=	URUS 2.5 t - 300 m
↑	=	Bergaufbringung
↓	=	Bergabbringung
Vb	=	Vollbaum
R < 14 m	=	Rohschaft unter 14 m Länge
R > 14 m	=	Rohschaft über 14 m Länge
Kh	=	Kurzholz (4.50 - 10.00 m Länge)
S	=	Selektion
S + G	=	Selektion + Gassenaufhieb
G	=	Gassendurchforstung
K	=	Kahlschlag

. Rohschäften bis zu 14 m Länge bei Selektiveingriffen und Gassenaufhieb (↑, R < 14 m, S + G),
  a) Beizug mit Zugseil = Verfahren Nr. 3,
  b) Beizug mit funkgesteuerter Kleinseilwinde = Verfahren Nr. 4,
. Rohschäften bis zu 14 m Länge bei Gassendurchforstung (↑, R < 14 m, G) = Verfahren Nr. 5,
. Rohschäften mit über 14 m Länge bei reinen Selektiveingriffen (↑, R > 14 m, S) = Verfahren Nr. 6,
. Rohschäften mit über 14 m Länge bei Selektiveingriffen und Gassenaufhieb (↑, R > 14 m, S + G) = Verfahren Nr. 7,
. Kurzholz bei Kahlhieb (↑, Kh, K) = Verfahren Nr. 8.

- Bergabbringung von:
  . Rohschäften bis zu 14 m Länge bei Gassendurchforstung (↓R < 14 m G) = Verfahren Nr. 9.

2. Varianten [1]:

- KSK - URUS 250 - 1,5 t,
- KSK - URUS 300 - 2,5 t.

Bei Verfahren 1 (↑Vb, G) besteht die Durchforstung lediglich aus dem Aufhieb der Tragseiltrasse mit 3 - 4 m Breite und den Beizugsgassen mit rd. 2 m Breite. Der Waldstreifen zwischen den Beizugsgassen variierte je nach Aufstellung von 6 bis 11 m, senkrecht gemessen. Die Einlaufwinkel der Gassen in die Trasse schwankten um 30°. Der Vollbaum wurde, lediglich gezopft und ggf. gesundgeschnitten, von den Gassen über die Tragseiltrasse bis zur Straße befördert. Bei der Fällung muß der Baum im Gegensatz zum Rohschaftverfahren nicht zur, sondern von der Trasse weg gefällt werden, da das Rücken von Vollbäumen aus bringungstechnischen Gründen dickörtig erfolgen muß.

Bei Verfahren 2 (↑, R < 14 m, S) wird der Baum entastet, ggf.

---

1) Nur bei den Verfahren 1, 2, 3 und 7 gelang es, jeweils beide Varianten zu prüfen.

bei 14 m Länge abgelängt, aus dem Bestand direkt an die Tragseiltrasse gezogen. Eine Kürzung der Rohschäfte fand nur statt, wenn sie eine Länge von 14 m überschritten und nicht auf der Tragseiltrasse lagen. Diese Maßnahme wurde aus Pfleglichkeitsgründen unternommen. Wenn beispielsweise ein Rohschaft 16 m lang war und im Bestand lag, wurde er nach üblichen Sortenlängen ausgehalten, nämlich in ein 12 m- und ein 4 m-Stück. Dieses Verfahren sieht keinen Gassenaufhieb vor. Das "Herausziehen" der Rohschäfte erfolgt über "natürliche Seillinien", die ebenfalls spitzwinklig zur Trasse verlaufen müssen, da sonst ein Einschwenken in letztere unmöglich ist bzw. erschwert wird und dabei zahlreiche Beschädigungen am verbleibenden Bestand verursacht werden.

Das Verfahren 3 (↑, R < 14 m, S + G) unterscheidet sich vom vorhergehenden lediglich durch die zusätzliche Aufgliederung des Bestandes beidseits des Tragseiles mittels 2 m breiten fischgrätenartig verlaufenden Beizugsgassen. Die Einlaufwinkel der Gassen in die Trasse variierten je nach mittlerer Stammlänge des ausscheidenden Bestandes bzw. je nach Bestandesalter zwischen rd. 45° und 25°. Die Fällungsrichtung ist nicht mehr einheitlich, sondern hängt von der jeweils günstigen Entfernung zur Trasse bzw. Gasse und dem jeweils schonenden Einlaufwinkel der Stämme in die Gasse bzw. Trasse ab.

Das Verfahren 4 (↑, R < 14 m, S + G_a) unterscheidet sich vom Verfahren 3 nur in der Bringungstechnik. Im Gegensatz zum Verfahren Nr. 3 wird hier das Vorrücken des Holzes vor dem Einsatz des Mobilseilkranes durch eine funkgesteuerte Kleinseilwinde vom Typ Radiotir besorgt. Der Transport vom Stock bis an die Waldstraße vollzieht sich demnach gebrochen.

Während der Versuche arbeitete die Radiotir, nachdem die Fällungsarbeiten so gut wie abgeschlossen waren. Aus ergonomischen und wirtschaftlichen Überlegungen wäre es jedoch sinnvoll, zukünftig den Einsatz der Kleinwinde mit den Fällungsarbeiten zu koppeln. Über Arbeitsweise und Zeitbedarf der Radiotir geben mehrere Veröffentlichungen Aufschluß (BACKHAUS, 1971; BERNHARD, 1971; FRAISL, 1971; HÄBERLE und RAUSCH, 1970;

PFEIL, 1971; WIEDEMANN, 1973).

Typisch für das Verfahren 5 (↑, R < 14 m, G) ist, daß die Eingriffsart einer schematischen Durchforstung entspricht, bei der lediglich 3 - 4 m breite Trassen und 2 m breite Gassen in den Bestand gelegt werden, und daß der Aufarbeitungsgrad wie bei den Verfahren 2, 3 und 4 einem Rohschaft entspricht, der "von Natur aus" nicht wesentlich über 14 m lang ist (bis 40 % der Stämme dürfen länger als 14 m sein) oder der im Bestand bei 12 oder 14 m abgelängt wurde. Die Spitzwinkligkeit der Gasseneinläufe in die Trassen ist hier ebenfalls erforderlich. Der senkrechte Gassenabstand betrug ca. 6 bis 8 m, die Waldstreifen dazwischen blieben unberührt.

Im Gegensatz zum Vollbaum wird der Rohschaft beim Trassen- und Gassenaufhieb bergauf bzw. zum Tragseil hin gefällt, damit die Bringung dünnörtig erfolgen kann. Letzteres bewirkt u.a. eine Verkürzung der Rückestrecke, eine leichtere Manövrierbarkeit der Stämme beim Anhängen und beim Beiziehen sowie eine geringere Belastung des Seilkranes.

Das Verfahren 6 (↑, R > 14 m, S) umfaßt Rohschäfte in fallender Länge; die Bäume wurden im Bestand nur gezopft und entastet. Der Eingriff beschränkt sich auf einen Trassenaufhieb und eine selektive Entnahme. Der Beizug erfolgt mit dem Zugseil des Seilkranes. Wegen der besonders großen Stammlängen ist ein Beiziehen und Einschwenken in die Trasse möglichst in einem Winkel von bis zu 30° durchzuführen. Bestandesschädigungen können bei dichteren Beständen mit diesem Verfahren nicht ausgeschlossen werden. Dagegen scheint es in einer Altdurchforstung mit verhältnismäßig großen Baumabständen eher die bessere Lösung zu sein, da sich 2 m breite Beizugsgassen von Natur aus ergeben und ein Gassenaufhieb in höherem Alter mehr Nachteile als Vorteile bringen dürfte.

Verfahren 7 (↑, R > 14 m, S + G) gleicht dem Verfahren 3 mit der einzigen Ausnahme, daß die Rohschäfte im Bestand nicht gekürzt, sondern in fallenden Längen vom Stock bis an die Straße befördert werden.

Bei Verfahren 8 (↑, Kh, K) wurde im Gegensatz zu den übrigen Verfahren der Seilkran unter Kahlschlagbedingungen getestet. Das aus einem Wegtrassenaufhieb stammende Holz wurde über eine für alle Zyklen nahezu gleiche Transportentfernung bergauf gebracht. Das Holz lag bis zu ca. 140 m vom Tragseil entfernt. Daß die Beizugsdistanzen nur von o - 55 m variierten (siehe Tab. 15), ist auf die Vorrückung mittels Schlepper der entfernteren Bloche zurückzuführen. Der Einsatz des Schleppers war wegen des beidseits des Tragseils von Gräben durchzogenen Geländes erforderlich.

Schließlich wurde bei Verfahren 9 (↓, R < 14 m, G) die Bergabbringung von Rohschäften geprüft. Daß wir während der zweijährigen Versuchsserie nur eine Aufstellung mit Abseilen unternahmen, ist darauf zurückzuführen, daß zum Zeitpunkt der Außenaufnahmen weder die Anlage für den Bergabtransport mit genügenden Sicherheitsvorkehrungen versehen war, noch eine ausreichende Erfahrung hierzu vorlag. Daher sind die Ergebnisse dieser Aufstellung mit gewissem Vorbehalt zu betrachten.

Der wesentlichste Unterschied bei der Bergabbringung gegenüber dem Bergauftransport ist die Verwendung eines Rückholseiles, das die Aufgabe hat, den Laufwagen zum Beladepunkt bergauf zu ziehen und nach der Lastaufnahme die Geschwindigkeit bei der Lastfahrt bergab zu regulieren. Während unserer Versuche verwendeten wir hierfür den normalen Gravitätsseilkran. Für die Praxis ist es jedoch ratsamer, den inzwischen entwickelten TRICAMAT-Seilkran einzusetzen, da der Gravitätsseilkran die minimalen Sicherheitsbedingungen für die Bergabbringung kaum gewährleistet.

Die schematische Anlage der Gassen erfolgt, was Einlaufwinkel und Abstand derselben betrifft, wie bei der Bergaufbringung, jedoch mit dem Unterschied, daß jetzt die Gassen bergab in die Trasse münden. Die Fällrichtung liegt ebenfalls bergab bzw. in den Gassen schräg bergab.

3.4.2 Allgemeine Zeiten

Die allgemeinen Zeiten (AZ) stehen der Reinen Arbeitszeit

(RAZ) gegenüber und ergeben zusammen mit der RAZ die Gesamtarbeitszeit (GAZ). Die AZ werden wegen andersartiger Verursachung nicht wie die RAZ a priori auf die gewählten Bezugsgrößen, in diesem Falle den Fahrtzyklus, bezogen ("nicht bezogene Zeiten"). Die im Rahmen dieser Untersuchung zu den AZ gerechneten Vorgänge wurden in Abschnitt 2.4.1 und Anlage 1 bereits ausführlich diskutiert.

Angesichts des vergleichsweise hohen Anteils der AZ an der GAZ - über alle Aufstellungen hinweg entfallen nahezu 30 % der GAZ auf AZ - und insbesondere im Hinblick auf die innerhalb der AZ bemerkenswert hohen Anteile der Stör- und Wartezeiten lag es nahe, den Einflüssen auf Stör- und Wartezeiten im Einzelnen nachzugehen. Gelänge es, die Höhe zumindest dieser beiden Teilzeiten als Funktion von einfach zu messenden unabhängigen Variablen darzustellen, dann ließen sich differenzierte Stör- und Wartezeitzuschläge kalkulieren und es könnte auf den im Grunde unbefriedigenden Weg eines pauschalen Zuschlags auf die RAZ verzichtet werden.

Regressionsanalysen mit der Wartezeit und der Störzeit als abhängigen sowie TE, BE, VL und STL als unabhängigen Variablen brachten folgende Resultate:

- Auf die Wartezeit haben die geprüften Faktoren keinen oder einen nur schwach signifikanten Einfluß. Eine Kalkulation der Wartezeit ist auf diesem Wege nicht möglich.
- Störzeiten werden von den genannten Faktoren zwar statistisch gesichert beeinflußt, jedoch sind die Beziehungen nicht sehr straff, so daß Vorausschätzungen über die entsprechenden Regressionen eine hohe Schwankungsbreite aufweisen. Von entschieden größerem Einfluß auf die Störzeiten sind die mikrotopographischen Verhältnisse auf der Beizugslinie, die eingehaltene Fällrichtung bzw. die Lage des gefällten Baumes zur Rückerichtung und nicht zuletzt die Geschicklichkeit der Arbeiter. Diese Einflüsse lassen sich mit unserem Material quantitativ nicht analysieren.

Warte- und Störzeiten müssen daher wie die übrigen Komponenten der AZ in pauschaler Form berücksichtigt werden.

Bezüglich der pauschalen Behandlung der AZ gibt es verschiedene Möglichkeiten. Zumeist werden über die gesamte Untersuchung die Summe der RAZ und die Summe der AZ ermittelt, letztere sodann in Prozent der Summe RAZ dargestellt und im weiteren zur Herleitung der GAZ auf jeden einzelnen RAZ-Wert das ermittelte AZ-Prozent geschlagen. Dabei wird stillschweigend unterstellt, mit wachsender RAZ stiegen proportional auch die AZ. Aus einer Reihe neuerer Arbeiten, so insbesondere LIEBSCHER (1966), KULUSIC (1971), BACKHAUS (1971) und TIMINGER (1971), wissen wir, daß diese Annahme in dieser allgemeinen Form nicht zutrifft. Höhere RAZ-Werte bedingen nicht grundsätzlich auch höhere AZ-Werte. Für den Fall der Seilbringung ist erwiesen, daß ein solches Vorgehen sogar zu einem falschen Bild über Zeitaufwand, Leistung und Kosten führt.

TIMINGER schlägt eine stundenweise Berücksichtigung der AZ in folgender Weise vor: Man ermittelt die Zahl der GAZ-Stunden der Untersuchung sowie die Summe der AZ, berechnet hieraus die AZ-Minuten pro Stunde GAZ und erhält aus der Subtraktion 60 min (GAZ) minus AZ-Minuten/GAZ-Stunde die pro GAZ-Stunde zur Verfügung stehende RAZ in Minuten. Wegen der methodischen und praktischen Vorteile im Einzelnen sei auf TIMINGER (1971, 1972) verwiesen.

Für den Bereich "Seilbetrieb" errechnet sich nach dieser Methode ein AZ-Wert in Höhe von 17,3 min./Std. GAZ. Pro Stunde GAZ stehen somit im Durchschnitt 42,7 min. RAZ zur Verfügung. Nicht enthalten in diesem AZ-Wert sind Zeiten für Wartung und Reparaturen, die jeweils länger als 15 min. dauerten.

Die AZ gliedern sich wie folgt auf:

- Sachliche Verteilzeit, persönliche Verteilzeit, Pausenweg, Signal, Umstellen Stellapparat sowie Reparaturen und Wartung $<$ 15 min. 6,1 min./Std. GAZ;
- Störzeiten 3,9 min./Std. GAZ;
- Wartezeiten (Warten auf Ladestation und systembedingtes Warten) 5,1 min./Std. GAZ;
- Rüstzeit 2,2 min./Std. GAZ.

Die Rüstzeit wurde nach demselben Prinzip zunächst pro Tag bzw. pro Schicht ermittelt (11,5 min./Tag) und sodann auf die Stunde GAZ umgerechnet.

3.4.3 RAZ pro Fahrtzyklus (RAZ/F)

Der Fahrtzyklus ist das originäre Bezugsmaß für den Zeitbedarf. Er ist vergleichbar mit dem Baum (Stück) im Hauungsbetrieb. Obwohl wir die in diesem Kapitel gewonnenen Erkenntnisse nicht unmittelbar zur Herleitung der letztlich interessierenden Leistung (vergl. 3.7) verwenden, ist eine Analyse des Zeitbedarfs pro Fahrtzyklus methodisch von Wert und für manche Zwecke in der Praxis von Interesse.

Bei der Regressionsanalyse werden pro Verfahren und Variante jeweils 2 Ausgleichsrechnungen dargestellt, nämlich eine optimale und eine praxisorientierte. Dabei werden folgende unabhängige Variablen geprüft:

x_1 = Transportentfernung am Tragseil (TE),
x_2 = Beizugsentfernung zum Tragseil (BE),
x_3 = Volumen pro Lastfahrt (VL),
x_4 = Stückzahl pro Lastfahrt (STL),
x_5 = mittleres Stückvolumen pro Lastfahrt (VST),
x_6 = mittlere Neigung der Tragseiltrasse (ND),
x_7 = maximale Neigung der Tragseiltrasse (NM),
x_8 = Strecke der maximalen Neigung der Tragseiltrasse (ENM).

Während x_1, x_2, x_3, x_4 und x_5 als fahrtspezifische Merkmale ("Fahrtvariablen") in jede Regressionsrechnung eingingen, waren x_6, x_7 und x_8 als aufstellungsspezifische Merkmale ("Aufstellungsvariablen") nur dort verwendbar, wo für eine Variante mehrere Wiederholungen gegeben waren. Letzteres trifft zu für die Varianten 2/2,5 t, 3/1,5 t und 3/2,5 t.

Tab. 15 zeigt Mittelwerte und Variationskoeffizienten der unabhängigen Variablen für alle Verfahren und Varianten. Das mittlere Stückvolumen pro Variante schwankte i.D. zwischen 0,13 m^3(r) (V3/1,5 t) und 0,46 m^3(r) (V7/2,5 t) (Kahlhieb:

Tab. 15

Mittelwerte, Variationsbreiten und Variationskoeffizienten der unabhängigen Variablen der Verfahren 1 bis 9

Unabh. Var.	Verfahren	1		2		3		4	5	6	7		8	9
	Variante	1,5 t	2,5 t	1,5 t	2,5 t	1,5 t	2,5 t	2,5 t	1,5 t	1,5 t	1,5 t	2,5 t	2,5 t	1,5 t
	N	215	118	92	48	478	119	60	198	69	140	75	54	122
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TE	$\bar{x}$ m	106,6	96,9	138,6	62,2	141,0	130,8	108,3	91,0	80,8	137,3	106,0	145,0	62,7
	Var.B. m	7..233	15...184	30..240	24...98	18...332	19..204	45..200	0...215	30..133	18...278	15...182	145..147	14...120
	cv %	68,3	53,4	44,4	40,0	58,6	40,0	47,0	66,7	43,6	58,2	50,7	0,2	47,8
BE	$\bar{x}$ m	24,6	29,4	20,7	39,3	20,1	26,4	6,2	23,6	15,2	14,8	41,1	22,2	10,4
	Var.B. m	0...63	0...80		0...70	2...84	0...89	0...30	0...86	0..55	0...60	0...100	0..55	0...44
	cv %	76,5	76,7	73,9	60,5	87,8	70,6	124,6	98,7	103,9	98,0	67,8	74,3	112,1
VL	$\bar{x}$ m^3	0,52	0,82	0,47	1,08	0,63	1,15	1,46	0,78	0,90	0,97	1,85	2,51	0,58
	Var.B. m^3	0,03..1,30	0,23..1,52	0,12..1,18	0,38..2,99	0,04..1,66	0,28..3,03	0,37..2,93	0,13..1,55	0,50..1,60	0,28..2,26	0,63..3,65	0,76..3,96	0,05..1,44
	cv %	40,2	38,8	39,2	48,0	39,0	47,2	37,6	39,4	25,8	31,4	47,3	30,9	40,1
STL	$\bar{x}$	2,0	4,2	2,2	4,4	6,0	4,7	7,2	3,4	2,6	2,9	4,5	4,0	2,3
	Var.B.	1...5	1...9	1...5	1...7	1...16	1...10	3...13	1...8	1...5	1...6	1...8	2...7	1...5
	cv %	40,2	39,4	46,1	34,8	37,6	37,0	30,3	40,0	47,0	40,6	27,8	35,0	36,5
VST	$\bar{x}$ m^3	0,30	0,23	0,25	0,33	0,13	0,28	0,22	0,26	0,45	0,39	0,46	0,72	0,28
	Var.B. m^3	0,02..0,97	0,02..1,01	0,03..0,87	0,04..2,99	0,01..1,55	0,03..1,86	0,04..1,11	0,02..1,15	0,08..1,52	0,05..1,27	0,05..2,48	0,05..2,08	0,04..1,01
	cv %	55,5	67,1	55,7	133,0	104,3	75,7	51,5	53,3	67,1	56,7	65,2	47,4	51,6
ND	$\bar{x}$ %				34,6	39,2	35,4							
	Var.B. %				32...41	36...43	31...41							
	cv %				11,9	7,5	12,5							
NM	$\bar{x}$ %				59,3	44,3	59,3							
	Var.B. %				57...65	38...51	51...65							
	cv %				6,2	9,7	7,6							
ENM	$\bar{x}$ m				30,6	90,2	25,3							
	Var.B. m				15...37	35...130	15...37							
	cv %				33,0	42,3	41,4							

0,72 m^3(r)), die mittlere Beizugsentfernung zwischen rund 6 m (V4/2,5 t) und rund 41 m (V7/2,5 t) und die mittlere Transportentfernung am Tragseil zwischen rund 62 m (V2/2,5 t) und 145 m (V8/2,5 t).

Die Ergebnisse der Regressionsanalysen sind aus Anl. 17 bis 21 ersichtlich. Die wesentlichen Daten derselben sind in Tab. 16 zusammengestellt. Die Abb. 11 bis 19 enthalten die praxisorientierten Ausgleichsfunktionen in graphischer Form.

3.4.3.1 Richtung und Größenordnung des Einflusses der unabhängigen Variablen

Über die Bedeutung des Einflusses der unabhängigen Variablen auf den Zeitbedarf RAZ pro Fahrtzyklus ist folgendes zu bemerken:

- Die Regressionskoeffizienten für TE und BE sind durchwegs positiv. Der Einfluß von TE und BE ist so überragend, daß für den praxisorientierten Ausgleich diese beiden Variablen als ausreichend anzusehen sind. Die dabei erzielten Determiniertheiten verschlechtern sich gegenüber dem optimalen Ausgleich nie entscheidend.
- Läßt man die Varianten 2/2,5 t (hoher Buchenanteil und von Gräben durchzogenes Gelände) und 9/1,5 t (Bergabbringung) weg, Fälle also, die sich in wesentlichen Einflußfaktoren von den anderen Varianten unterscheiden, so variiert der partielle Regressionskoeffizient für TE im praxisorientierten Ausgleich nur zwischen + 0,025 und + 0,033. Es ist fraglich, ob überhaupt gesicherte Unterschiede bestehen. Jedenfalls haben die Durchforstungsverfahren (Eingriffsart und Aufarbeitungsgrad) auf den Regressionskoeffizienten von TE keinen wesentlichen Einfluß.
- Schwieriger zu interpretieren sind die unterschiedlichen Regressionskoeffizienten zu BE.
  Ohne besondere Geländeerschwernisse, im Falle von Fichte/Tanne und bei Stammlängen $<$ 14 m bewegt sich der Regressionskoeffizient um + 0,05 und + 0,06. Bei großen Geländeschwierigkeiten (Blocküberlagerung, wie bei V3/1,5 t) sowie bei

Tab.16

Zusammenstellung der wesentlichen Ergebnisse der Regressionsrechnungen für RAZ/Fahrt

			Verfahren 1		Verfahren 2		Verfahren 3		Verf.4	Verf.5	Verf.6	Verfahren 7		Verf.8	Verf.9
			1,5 t	2,5 t	1,5 t	2,5 t	1,5 t	2,5 t	2,5 t	1,5 t	1,5 t	1,5 t	2,5 t	2,5 t	1,5 t
optimaler Ausgleich	partielle Regr. Koeffizienten b; zu	TE	*** + 0,0237	*** + 0,0179	*** + 0,0294	*** + 0,3656	*** + 0,0263	*** + 0,3036	*** + 0,0272	*** + 0,0250	*** + 0,0241	*** + 0,0240	*** + 0,2269	keine Var.	*** + 0,0381
		BE	*** + 0,0515	*** + 0,0427	*** + 0,0665	*** + 0,2381	*** + 0,0948	*** + 0,0788	*** + 0,0564	*** + 0,0706	*** + 0,0998	*** + 0,1059	*** + 0,0922	*** + 0,0520	*** + 0,0734
		VL	** + 0,8179	n.g.	n.g.	n.g.	*** + 2,9732	n.g.	n.g.	* + 0,7075	* + 1,6704	** + 1,1127	*** - 0,2296	* - 0,4534	n.g.
		STL	*** + 0,3813	*** + 0,7372	*** + 0,5484	n.g.	n.g.	n.g.	*** + 0,2853	*** + 0,5434	*** + 0,4728	*** + 0,3559	*** + 0,3993	n.g.	*** + 0,5139
		VST	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	* - 0,0904	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.	n.g.
		ND				n.g.	n.g.	** - 1,3874							
		NM				n.g.	n.g.	* - 1,6200							
		EWM				n.g.	*** + 0,0190	** - 0,2500							
	b_o		+0,4464	+0,2565	+0,1391	-0,1339	+2,7398	-0,4634	+0,9378	+0,3829	+0,0092	+0,1506	+0,3980	+7,7773	+0,2503
	Funktion		lin	lin	lin	ln	lin	ln	lin	lin	lin	lin	ln	lin	lin
	B		0,857	0,776	0,741	0,679	0,701	0,615	0,716	0,838	0,797	0,837	0,747	0,408	0,782
Prax. or. Ausgleich	p.R.K.b; zu	TE	*** + 0,0255	*** + 0,0299	*** + 0,0326	*** + 0,0623	*** + 0,0273	*** + 0,0308	*** + 0,0305	*** + 0,0269	*** + 0,0265	*** + 0,0251	*** + 0,0317	keine Var.	*** + 0,0404
		BE	*** + 0,0527	*** + 0,0597	*** + 0,0582	*** + 0,0795	*** + 0,0965	*** + 0,0822	——	*** + 0,0874	*** + 0,1147	*** + 0,1169	*** + 0,0818	*** + 0,0504	*** + 0,0841
	b_o		+1,4147	+1,6826	+1,0997	+2,2317	+2,7166	+3,2586	+2,9619	+2,1968	+2,3032	+1,9395	+2,7965	+6,6746	+1,1827
	Funktion		lin	lin	lin	lin	lin	lin	lin	lin	lin	lin	lin	lin	lin
	B		0,835	0,629	0,691	0,621	0,636	0,527	0,586	0,776	0,727	0,807	0,680	0,346	0,737

Abb. 11 Vollbaumbringung bergauf bei Gassendurchforstung (URUS 1,5 t u. URUS 2,5 t)

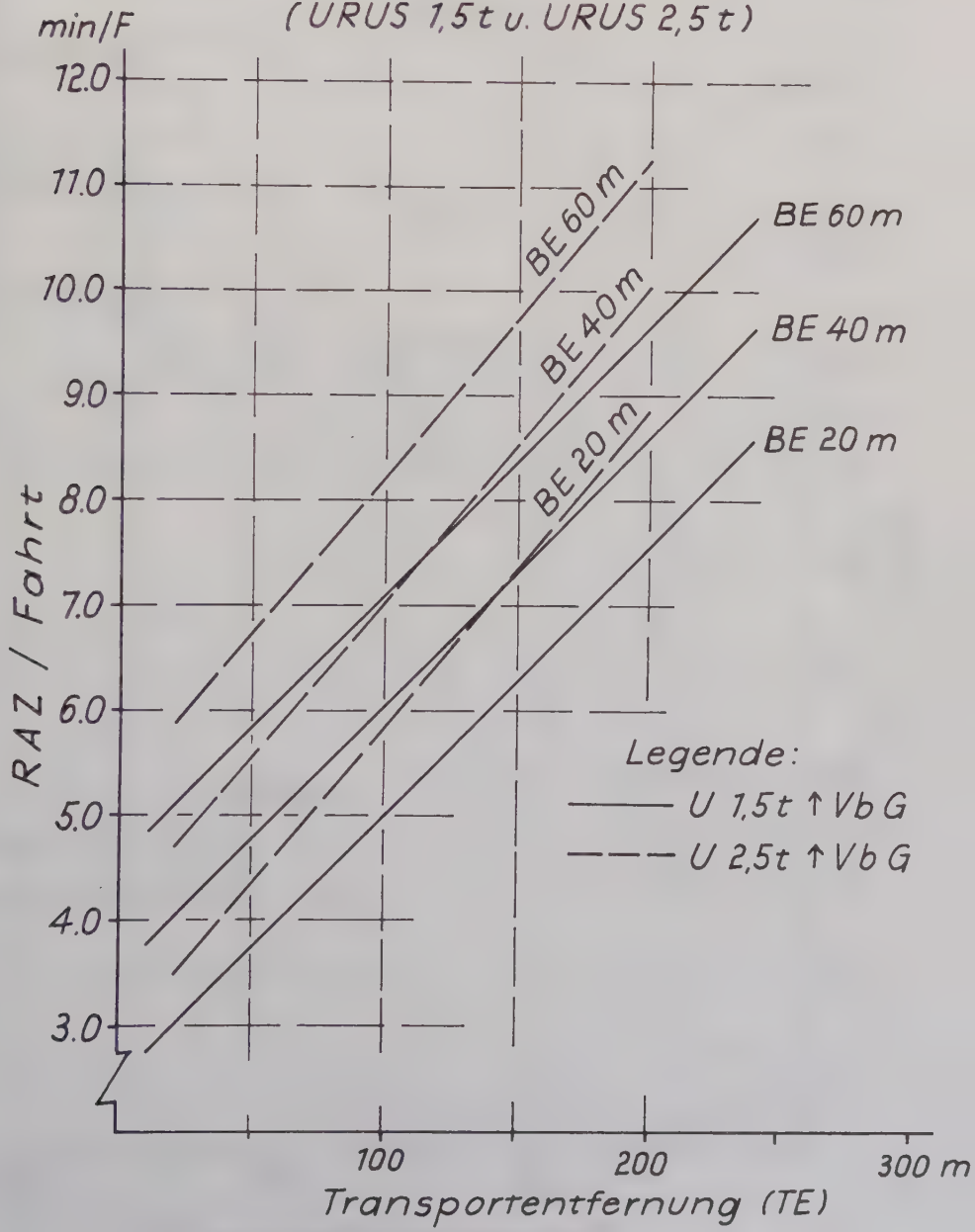


Abb. 12 Rohschaftbringung bergauf bei rein selektiver Entnahme.
(URUS 1,5t u. URUS 2,5t)

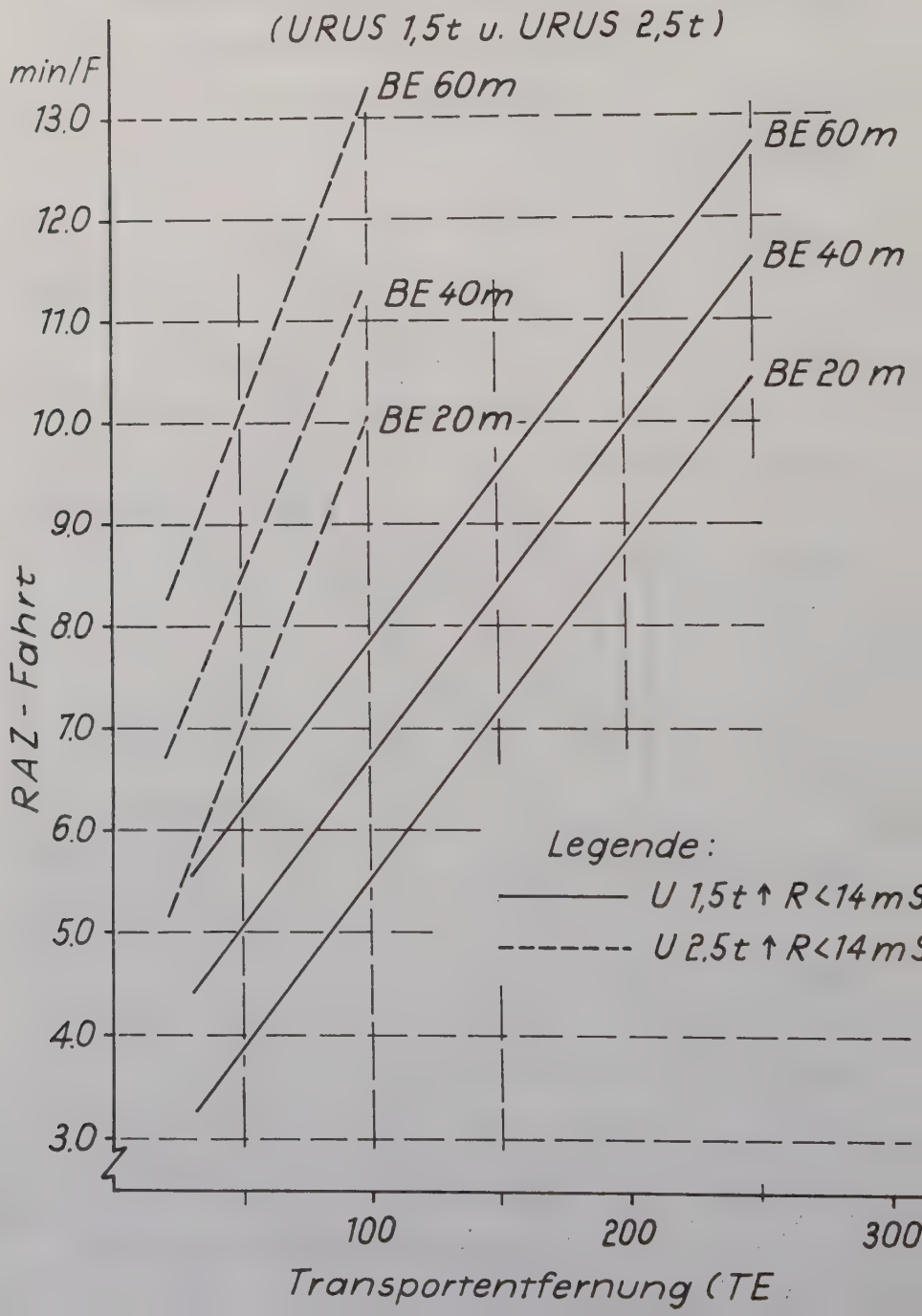


Abb. 13. Rohschaftbringung bergauf bei reiner Selektion mit Gassenaufhieb (URUS 1,5 t)

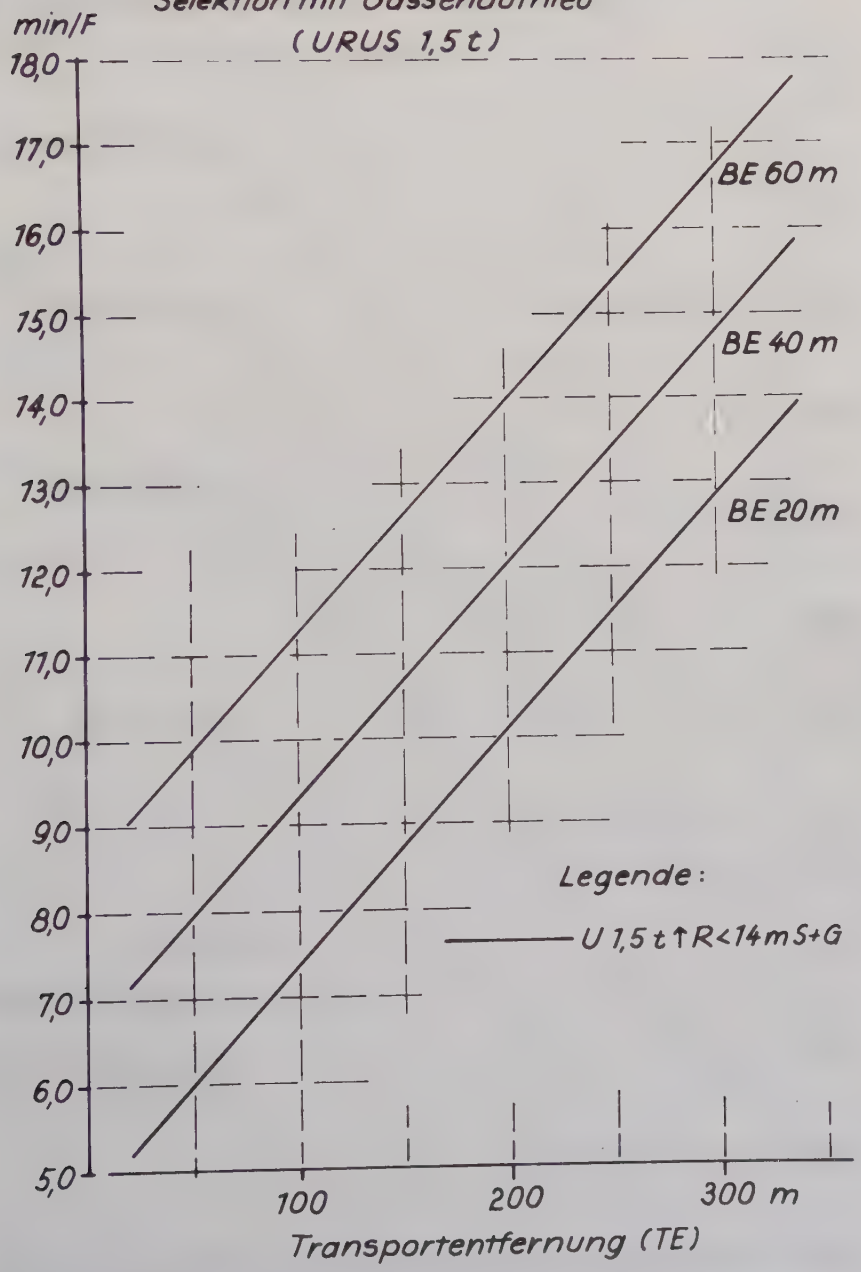


Abb. 14 Rohschaftbringung bergauf bei reiner Selektion mit Gassenaufhieb (URUS 2,5t)

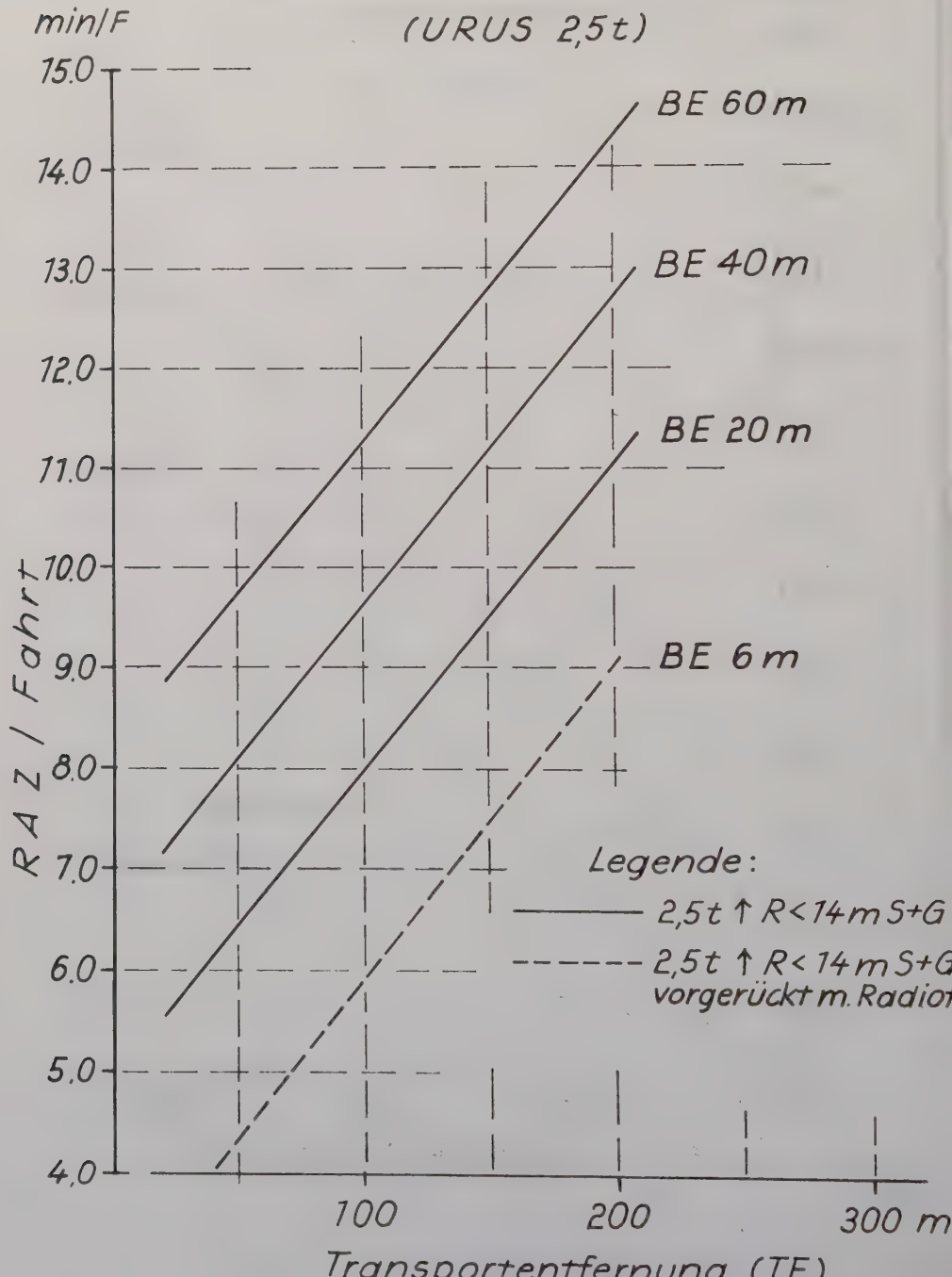


Abb. 15

Rohschaftbringung bergauf bei Gassendurchforstung (URUS 1,5 t)

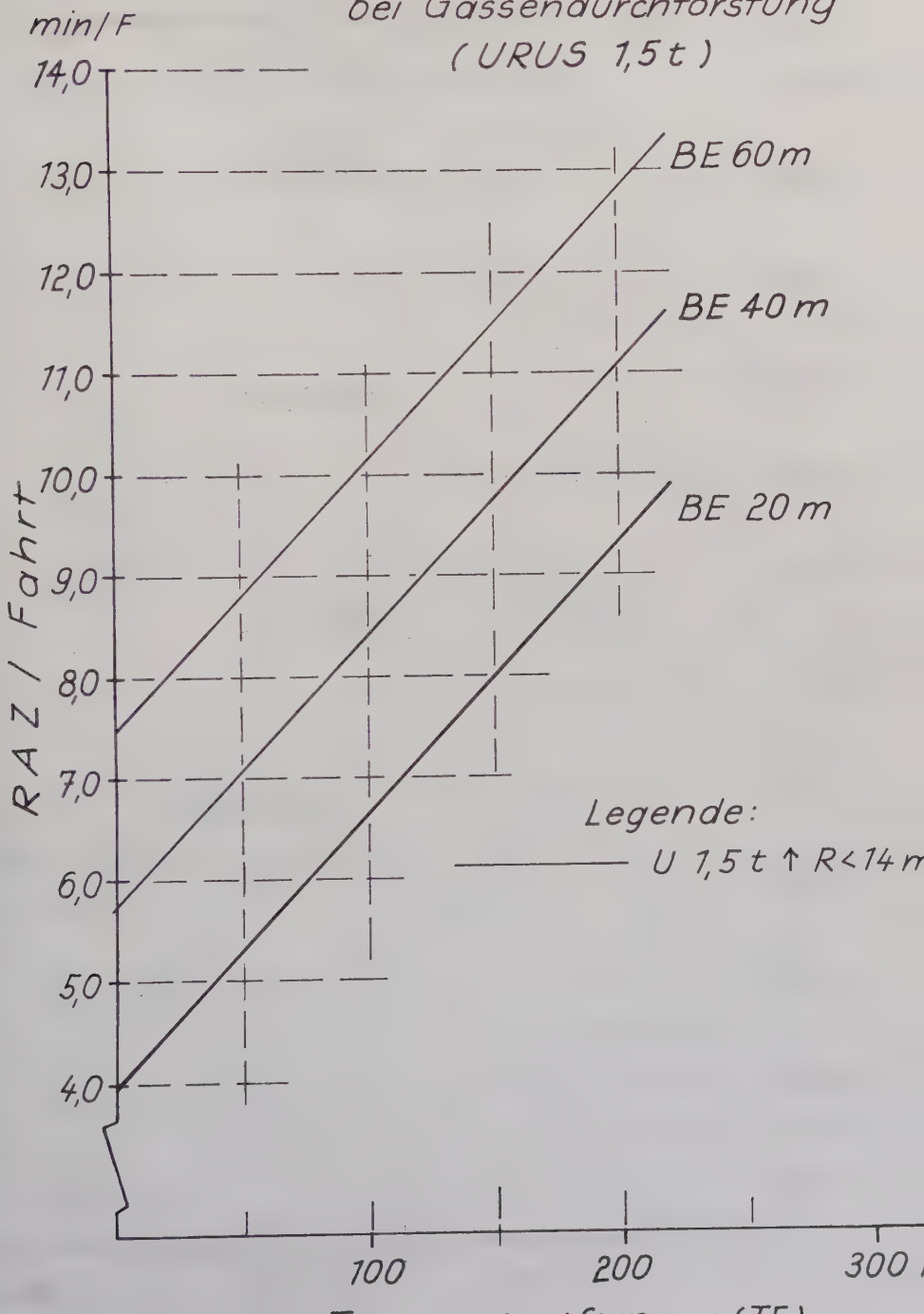


Abb. 16 Bergaufbringung von Rohschäften mit über 14 m Länge bei reiner selektiver Entnahme (URUS 1,5 t)

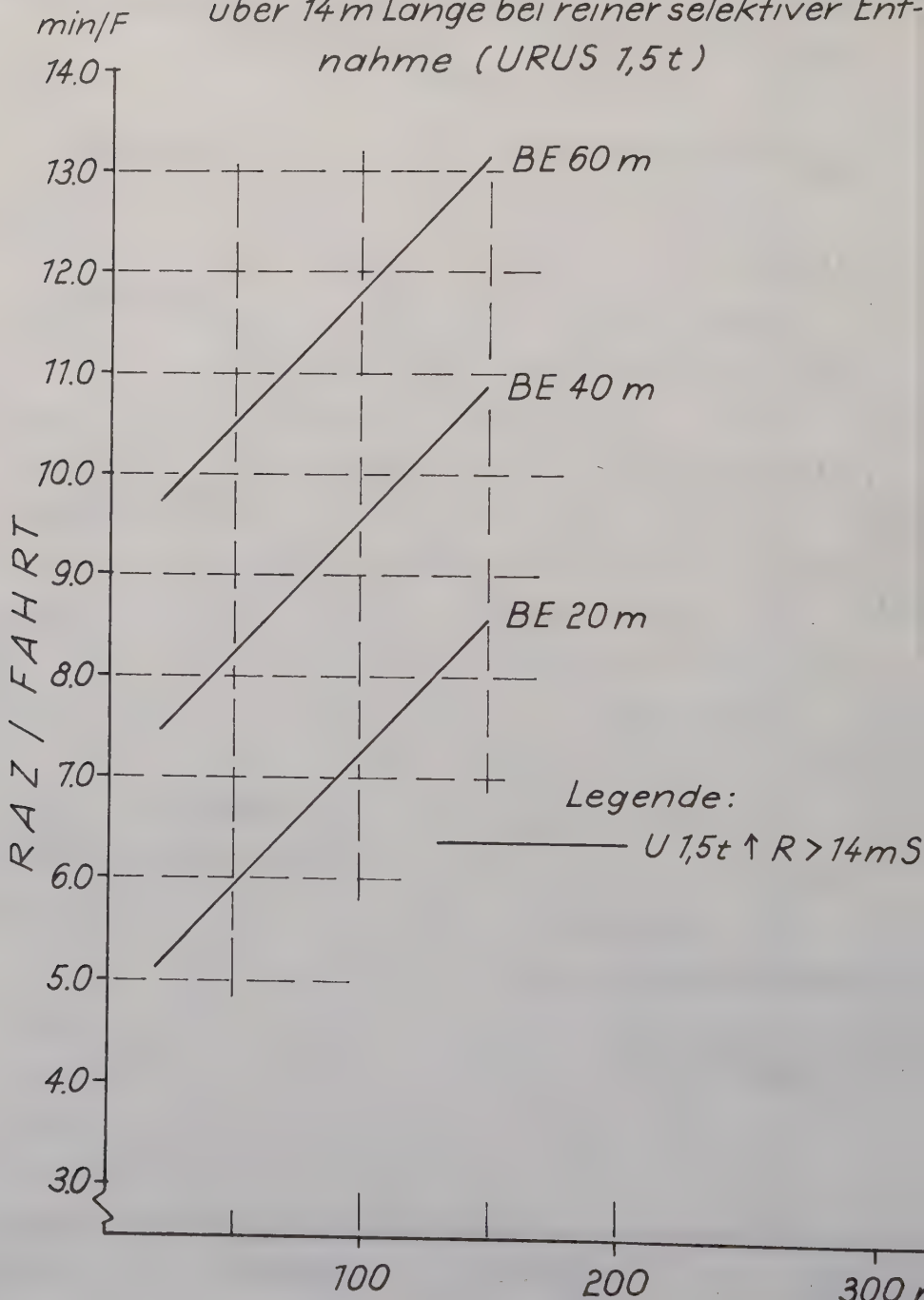


Abb. 17 Bergaufbringung von Rohschäften mit >14 m Länge bei Selektion mit Gassenaufhieb (URUS 1,5 t u. URUS 2,5 t)

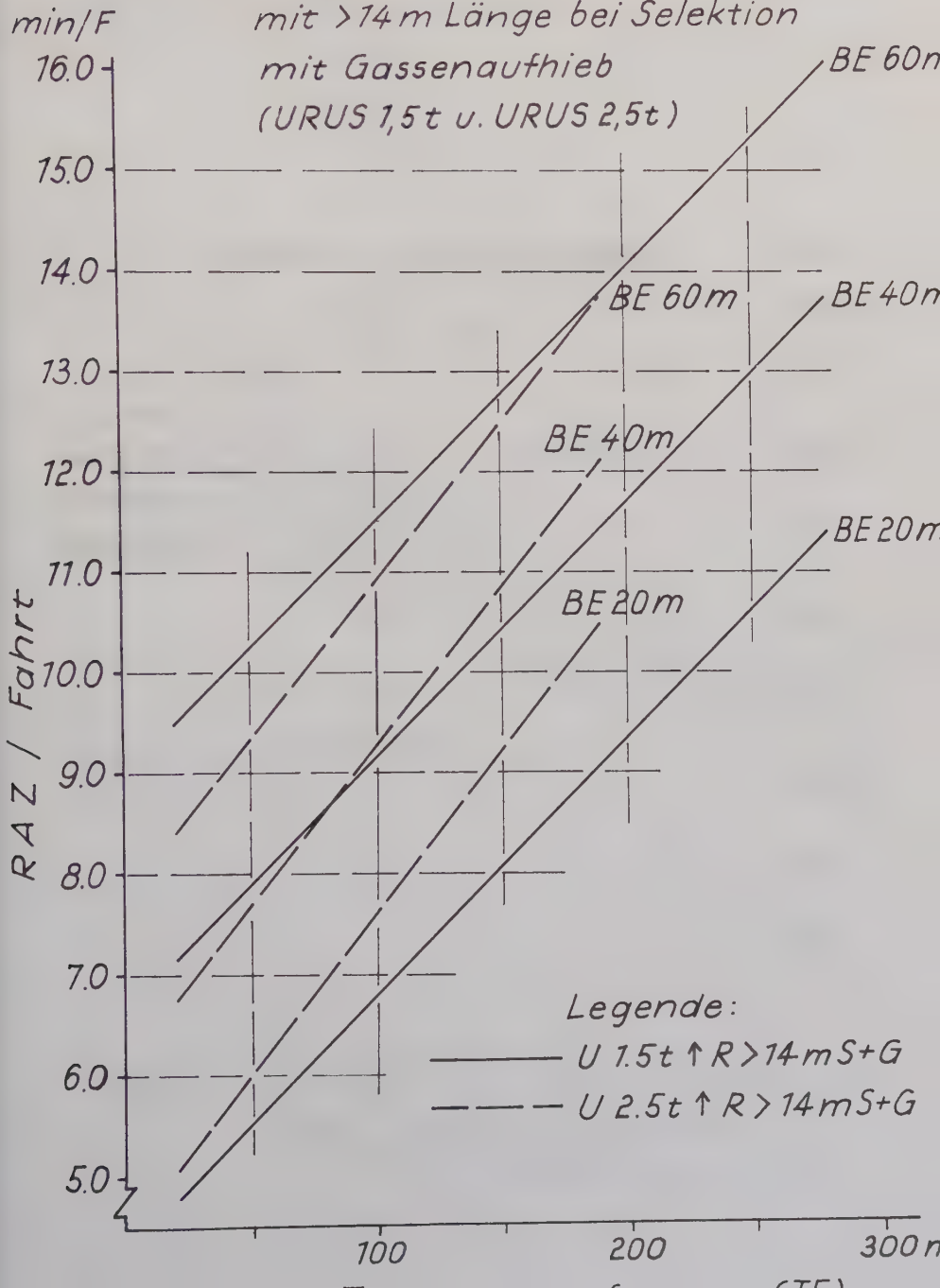


Abb. 18 Bergaufbringung von Kurzholz bei Kahlschlag (URUS 2,5t)

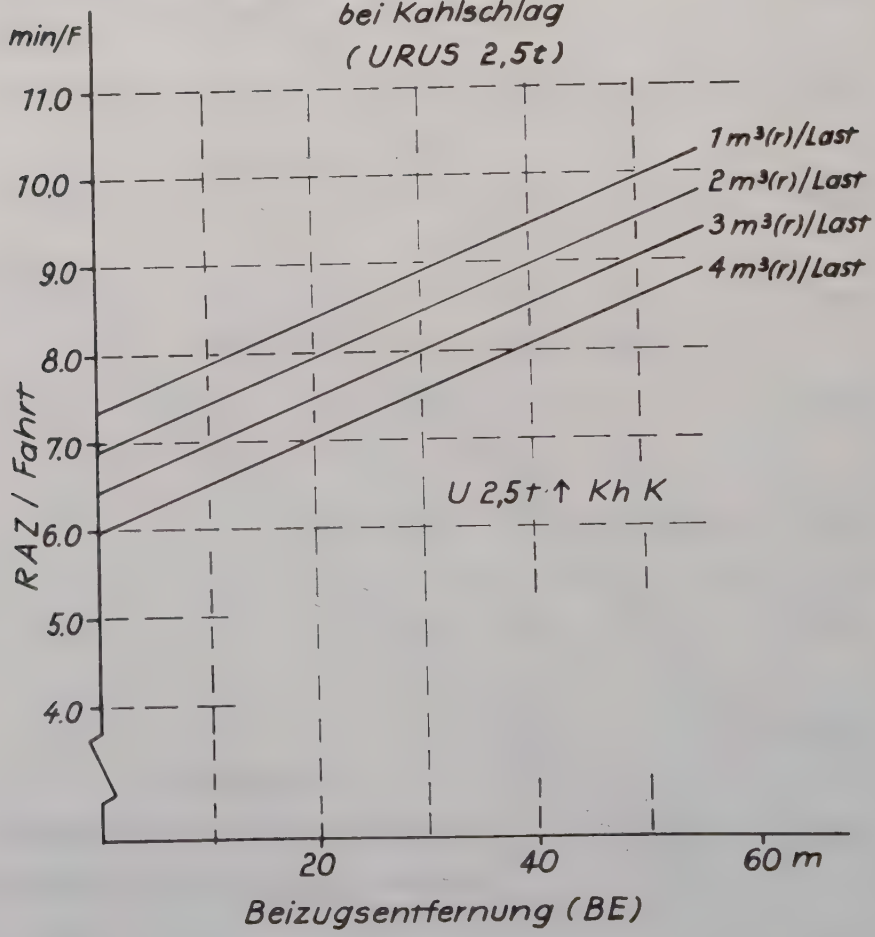
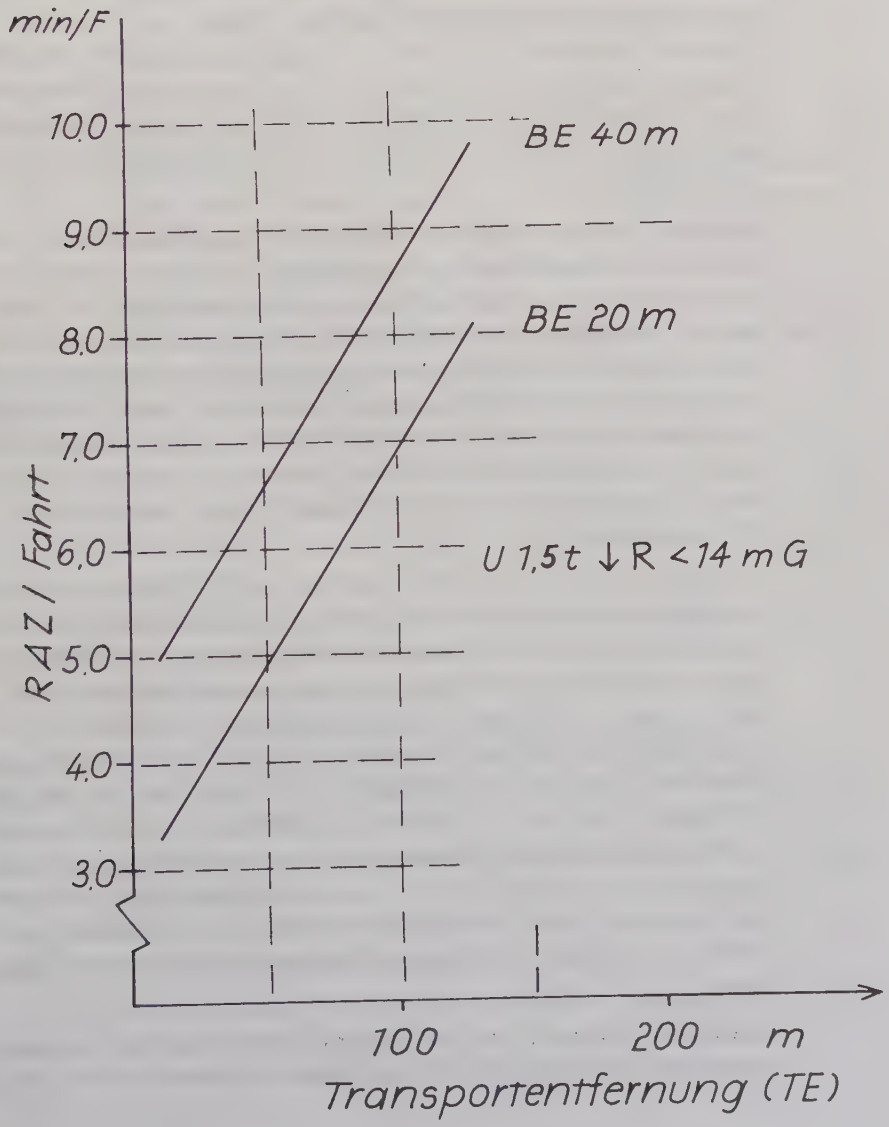


Abb. 19 Bergabbringung von Rohschäften unter 14 m Länge bei Gassendurchforstung (URUS 1,5 t)



Stammlängen > 14 m schwankt er zwischen + 0,09 und + 0,11. Für Buche und mittelschweres Gelänge liegt er bei ca. + 0,07 und + 0,08. Es ist wahrscheinlich, daß bei einer besseren Erfassung des Geländes pro Beizugsgasse, beispielsweise über grobe Skalierung des Erschwernisgrades, bessere Regressionen hätten erzielt werden können.
Zwischen dem URUS 1,5 t und 2,5 t ist unter sonst gleichen Umständen kein klarer Unterschied zu beobachten. Bemerkenswert erscheint uns auch, daß die Art des Eingriffs keinen deutlichen Einfluß auf die Höhe des Regressionskoeffizienten zu BE hat.

- Die Zeit für An- und Abhängen steht in einer mehr oder minder straffen Beziehung zur Stückzahl pro Last. Daher ist plausibel, daß die Zyklusdauer u.a. von der Zeit für das An- und Abhängen beeinflußt wird. In der Mehrzahl der untersuchten Fälle erwies sich der Regressionskoeffizient für STL als hochsignifikant und stets positiv. Seine Größenordnung bewegt sich im Falle linearer Funktionen zwischen ca. + 0,29 und + 0,74, mehrheitlich jedoch nur zwischen + 0,29 und + 0,55. Auf eine Prüfung signifikanter Unterschiede wurde verzichtet.

  Der Grund für den fehlenden Einfluß von STL bei den Varianten 2/2,5 t, 3/1,5 t und 3/2,5 t ist unterschiedlich. Bei 3/1,5 t und 3/2,5 t übertreffen die B-Werte der aufgeführten Variablenkombinationen jene, bei denen STL vertreten ist, um nur 0,024 bzw. 0,005. Während bei Variante 3/1,5 t möglicherweise das sehr schwierige Gelände (Blocküberlagerung) den Einfluß von STL überlagert (ohne ENM ist STL signifikant), ist bei 3/2,5 t das Ausscheiden von STL vermutlich einer negativen Interkorrelation mit ENM zuzuschreiben. Im Fall von Variante 2/2,5 t ist durch den hohen Buchenanteil und das stark gegliederte Gelände der Zeitbedarf so stark beeinflußt, daß die STL-bedingte Zeitvariation untergeht.

  Insgesamt gesehen, ist der Beitrag von STL zur Streuungserklärung jedenfalls wesentlich geringer als jener von TE und BE.

- Der Einfluß von VL zeigt keine einheitliche Tendenz: er variiert von negativen Regressionskoeffizienten über fehlende Signifikanz bis zu positiven Regressionskoeffizienten. Insgesamt gesehen hat VL einen noch schwächeren Einfluß als STL. Das ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß die An- und Abhängezeiten mehr von STL als von VST beeinflußt werden.

- Die Geländevariablen ND, NM und ENM haben in den drei Fällen (Var.: 2/2,5 t, 3/1,5 t und 3/2,5 t), wo eine Prüfung möglich war, nur vereinzelt einen gesicherten Einfluß und dann meist einen schwachen. Die überwiegend negativen Regressionskoeffizienten der Neigungsparameter (3/1,5 t und 3/2,5 t) zeigen, daß mit Zunahme der Neigung in der Tragseiltrasse eine Verkürzung des Fahrtzyklus eintritt. Dies ist vermutlich auf die Verkürzung der Leerfahrtzeiten und in geringerem Maße der Ausziehzeiten des Zugseiles (b. Bergaufbringung) zurückzuführen. Unerklärlich ist jedoch, weshalb bei Variante 2/2,5 t die Neigung bedeutungslos blieb. Möglicherweise überlagern, wie schon erwähnt, der hohe Buchenanteil und das von Gräben durchzogene und teilweise terrassenförmige Gelände die geprüften Einflußfaktoren.

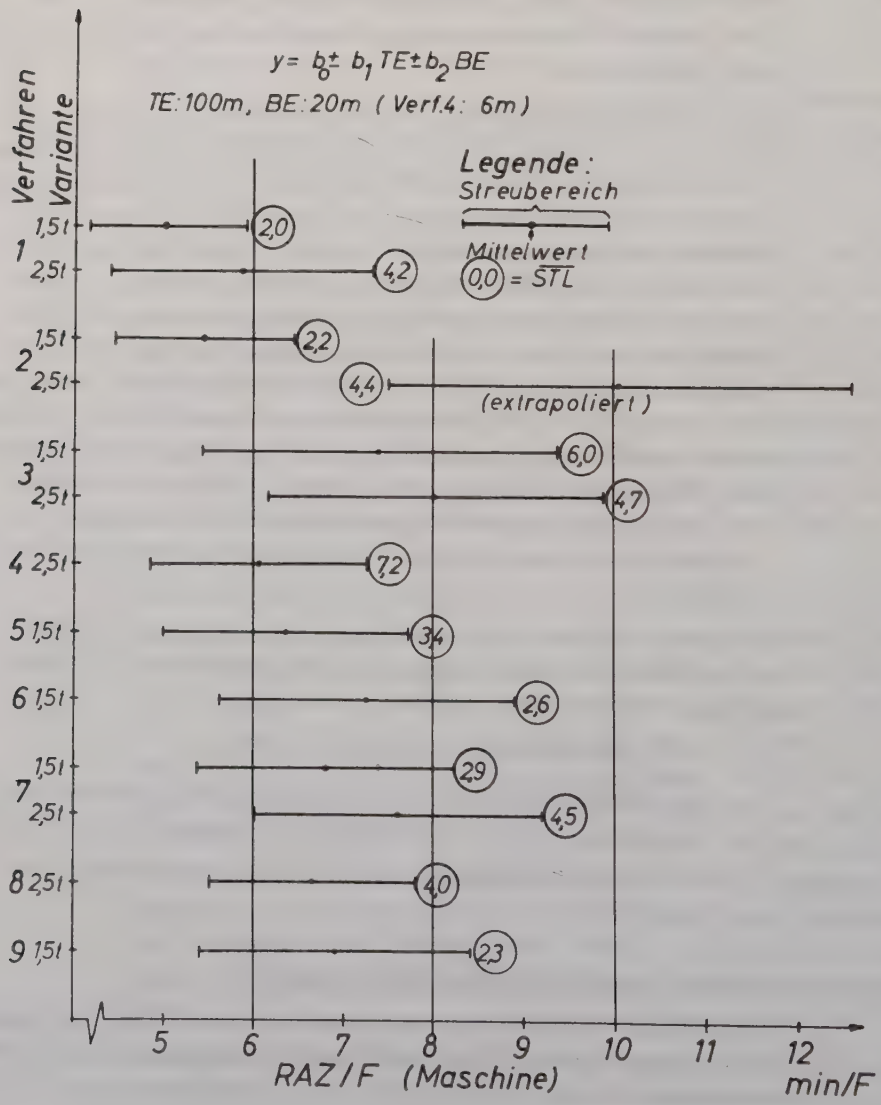
Die selbst bei den optimalen Ausgleichen noch verbliebene Residualabweichung dürfte überwiegend zurückgehen auf die Nichtberücksichtigung

- der Geländeerschwernisse beim Beizug,
- der Leistungsschwankungen zwischen den verschiedenen Seilpartien (unterschiedlicher Übungsgrad), und
- der Variation der durchschnittlichen Stücklänge pro Last.

3.4.3.2 Vergleich der Verfahren und Varianten

In Abbildung 20 wurde der Zeitbedarf pro Fahrt nach Verfahren und Varianten unter Verwendung jeweils der praxisorientierten Funktionen für TE = 100 m und BE = 20 m (Variante 4/2,5 t :

Abb. 20 Zeitbedarf RAZ pro Fahrt, Verfahren und Variante I



BE = 6 m) dargestellt. Variante 2/2,5 t ist wegen einer Extrapolation (um 2 m) nur bedingt vergleichbar. Für STL wurden die beobachteten mittleren Werte zugrunde gelegt.

Das Versuchsmaterial zeigt eine mehr oder minder deutliche Abhängigkeit zwischen STL und VST, und zwar sinkt stets STL mit wachsendem VST (s. Tab. 17). Wegen der vorhandenen Einflüsse von STL und wegen der Abhängigkeit zwischen STL und VST sind die Verfahren und Varianten hinsichtlich Zeitbedarf/Fahrt deshalb nur dann hinlänglich sicher vergleichbar, wenn einerseits der Einfluß von STL berücksichtigt und andererseits ein gleiches VST zugrunde gelegt wird. Die trotz des gleichen VST auftretenden STL-Unterschiede sind vorwiegend von dem Verfahren und der Variante her bedingt. Dabei ist es fraglich, ob die verfahrens- und variantentypischen STL's als unabänderlich zu betrachten sind. Wir werden a.a. Stelle zeigen, daß die im Rahmen unserer Versuche beobachteten Lasten überwiegend als zu klein angesehen werden müssen.

In Abb. 21 wird unter obigem Vorbehalt der Vergleich für Zeitbedarf/Fahrtzyklus mit TE = 100 m, BE = 20 m (Var. 4/2,5 t BE : 6 m) und STL für VST = 0,25 m^3(r) gemacht. Die Varianten 2/2,5 t und 8/2,5 t konnten wegen fehlender Signifikanz des Regressionskoeffizienten zu STL nicht dargestellt werden. Aus diesem Grund wollen wir nur die restlichen 11 Varianten miteinander vergleichen:

- die über TE und BE berechneten Zeiten bewegen sich in 8 Fällen zwischen 6 und 8 min/Fahrt und in allen 11 Fällen zwischen 5 und 8 min/Fahrt.
- der über die Funktion RAZ/F = f (TE, BE, STL) bei VST = 0,25 m^3(r) hergeleitete Zeitbedarf pro Zyklus unterscheidet sich nicht wesentlich von dem, der ohne die Berücksichtigung von STL ermittelt wurde. Es ist lediglich eine geringe Erhöhung des mittleren Zeitbedarfs zu beobachten, die auf eine Zunahme von STL bei einem einheitlichen VST von 0,25 m^3(r) zurückzuführen ist.
- Vergleichen wir nun Varianten innerhalb eines gleichen

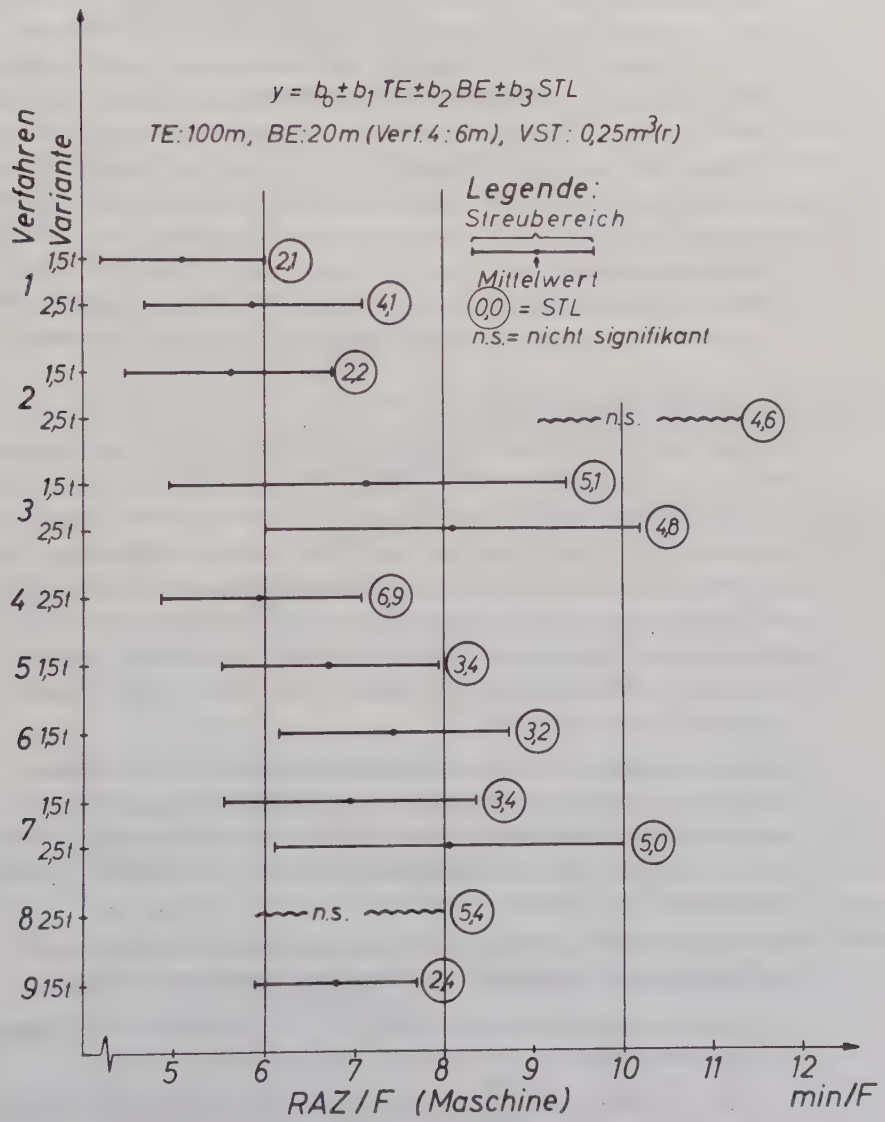
Tab.17

INTERKORRELATION STL - VST

Abhängige Variable	Unabhängige Variable	Variante	Einheit	VERFAHREN 1 ↑,Vb,G	2 ↑,R < 14m,S	3 ↑,R < 14m,S + G	4 ↑,R < 14m,S+G+	5 ↑,R < 14m G	6 ↑,R > 14m,S	7 ↑,R > 14m S+G	8 ↑,Kh,K	9 ↑,R < 14m,G
			STL	1-5/2.o	1-5/2.2	1-16/6.o		1-8/3.4	1-5/2.6	1-6/8.9		1-5/2.3
			$VSTm^3$	o.o2-o.97/o.3o	o.o3-o.87/o.25	o.o1-1.55/o.13		o.o2-1.14/o.26	o.o8-1.52/o.45	o.o5-1.27/o.39		o.o4-1.o1/o.28
			N	215	92	478		198	69	14o		122
		1.5t	t	-1o.4661	-7.o6	-11.54		-8,6637	-8.95	-9.67		-6.92
			b_0	2.8427	3.3311	7.o366		4.7o57	3.8912	4.2316		3.1955
			b_1	- 2.8248	-4.4172	- 7.9549		-5.1238	-2.9175	-3.4o62		-3.1291
			B	o.34o	o.356	o.219		o.277	o.545	o.4o4		o.285
STL	VST		STL	1-9/4.2	1-7/4.4	1-1o/4.7	3-13/7.2			1-8/4.5	2-7/4.o	
			$VSTm^3$	o.o2-1.o1/o.23	o.o4-2.99/o.33	o.o3-1.86/o.28	o.o4-1.11/o.22			o.o5-2.48/o.46	o.o5-2.08/o.72	
r(lin)	f(lin)		N	118	48	119	6o			75	54	
		2.5t	t	- 7.92	-4.37	- 5.71	-4.26			-5.92	-8.16	
			b_0	5.6411	5.o444	5.77o1	9.2o5o			5.5677	6.1875	
			b_1	- 6.2437	-1.93o3	- 3.829o	-9.3375			-2.3626	-3.o71o	
			B	o.351	o.293	o.218	o.238			o.325	o.562	

+ Vorrückung durch RADIOTIR

Abb. 21 Zeitbedarf RAZ pro Fahrt, Verfahren und Variante II



Verfahrens, so stellen wir fest, daß der URUS 2,5 t (ausnahmslos) ca. 15 % mehr Zeit pro Fahrtzyklus benötigte als der kleinere Typ. Verantwortlich hierfür ist vornehmlich die entschieden größere Stückzahl pro Last. Wenn die Variante 2,5 t bei Verf. 3 trotz der etwas kleineren Stückzahl (- 6 %) einen um 14 % höheren Zeitaufwand pro Fahrt aufzeigt, so ist dieses u.E. auf die unterschiedlichen Laub- bzw. Nadelholzanteile der Aufstellungen beider Varianten zurückzuführen. Während die Variante 3/1,5 t mit fast reiner Fichte (ca. 98 % Fi) gefahren wurde, belief sich der Laubholzanteil bei der V 3/2,5 t auf 33 % bis zu 91 % (Aufst. 14). Das gute Abschneiden der V 4/2,5 t ist zum einen auf die schon genannte geringe BE (6 m) und zum anderen auf die schon vorgerückten und somit konzentrierten Lasten zurückzuführen.

3.5 Analyse der Ladestation

Während der 2-jährigen Versuchsserie waren stets zwei Waldarbeiter an der Ladestation tätig. Ihnen oblag das Bilden der Lasten mittels Sappi , das Anbringen von Seilschlingen, das Ausziehen des Zugseiles zur Last, das Begleiten der Last bis zum Tragseil (einschließlich der Beseitigung von Störungen) und das Bedienen des Stellapparates. Die Sprechfunkverbindung mit der Maschinenstation war durch ein an den Körper eines der beiden Arbeiter geschnallten Gerätes mit Kragen-Mikrophon gewährleistet.

Im Vordergrund der nachfolgenden Analyse steht die Frage nach der Auslastung der Mannschaft im Bestand. Das vorliegende Zeitstudienmaterial beispielsweise auf die Möglichkeit eines zweckmäßigeren Arbeitsablaufes hin auszuwerten, würde den Rahmen der Arbeit sprengen.

Im Hinblick auf das Ziel der Analyse können die Daten und Resultate nach folgenden vier Straten gegliedert werden:

a) Schwachholzbringung mit URUS 1,5 t, vorgerückt mit Zugseil (SWU 1 - Z);

b) Schwachholzbringung mit URUS 2,5 t, vorgerückt mit Zugseil (SWU 2 - Z);

c) Schwachholzbringung mit URUS 2,5 t, vorgerückt mit Radiotir (SWU 2 - R);

d) Starkholzbringung mit URUS 2,5 t, z.T. vorgerückt mit Schlepper (STU 2 - S).

Als Zeitarten werden GAZ, RAZ, Warten und Restliche AZ (= AZ minus Warten) unterschieden. In Tab. 18 sind deren Mittelwerte und Variationskoeffizienten sowie die %-Anteile von RAZ, Warten und Restliche AZ an der GAZ zusammengestellt.

Da, wie an a.a. Stelle ausgeführt wird, die Höhe dieser Zeiten von einer Reihe von Faktoren beeinflußt wird, und diese Faktoren von Stratum zu Stratum unterschiedliche Ausprägung besitzen, ist der Aussagewert der Daten in Tab. 18 begrenzt.

Immerhin ist bemerkenswert, daß

- der Anteil der RAZ an der GAZ mit Werten zwischen 40 % und 47 % verhältnismäßig niedrig, der Anteil der AZ mit 53 - 60 % beachtlich hoch liegt;
- Warten mit 20 bis 36 % an der GAZ beteiligt ist und zwischen 43 % und 90 % der RAZ betragen kann;
- im Falle vorgerückter Lasten (SWU 2-R) gegenüber dem einigermaßen vergleichbaren Stratum SWU 2 - Z die GAZ von i.D. 14,2 auf i.D. 8 min/F, d.h. um rund 43 % gesenkt werden kann, was sowohl durch Reduktion der RAZ als auch der AZ erreicht wird.

In einer Serie von Regressions- und Korrelationsanalysen prüften wir die bereits in Abschnitt 3.4 eingeführten Variablen x_1 - x_8 auf ihren Einfluß auf GAZ, RAZ und Warten (jeweils in min./F); die Unabhängigen x_6 - x_8 konnten allerdings nur bei den Straten SWU 1 - Z und SWU 2 - Z eingeführt werden. Wir verzichten auf die ausführliche Wiedergabe der zahlenmäßigen Ergebnisse und fassen lediglich die wichtigsten Resultate in verbaler Form zusammen:

Hinsichtlich der GAZ ließen sich, vermutlich wegen des hohen Anteils der von TE, BE, VL, STL und VST nicht oder kaum beeinflußten Stör- und Verteilzeiten (AZ), keine hinreichend

Mittelwerte und Variationskoeffizienten

der Zeiten an der Ladestation

Stratum / Teilzeit	Schwachholz			Starkholz
	URUS 1,5 t	URUS 2,5 t		URUS 2,5 t
	Vorgerückt m.Zugseil	Vorgerückt m.Zugseil	Vorgerückt m.Radiotir	z.T. vorgerückt m. Schlepper
1	2	3	4	5
GAZ				
-$\bar{x}$(min/F)	9,8	14,2	8,o	11,5
-cv(%)	85,1	71,9	49,2	82,8
-% GAZ	1oo,o	1oo,o	1oo,o	1oo,o
RAZ				
-$\bar{x}$(min/F)	4,6	6,5	3,5	4,5
-cv(%)	68,6	51,7	39,o	41,9
-% GAZ	46,7	45,7	43,o	39,7
WARTEN				
-$\bar{x}$(min/F)	2,5	2,8	2,6	4,1
-% GAZ	25,6	19,5	32,o	35,8
-% RAZ	54,9	42,6	74,3	9o,3
RESTL.AZ				
-$\bar{x}$(min/F)	2,7	4,9	2,o	2,8
-% GAZ	27,7	34,8	25,o	24,5
-% RAZ	59,3	76,o	58,1	61,9
ANZAHL AN				
-AUFSTELLEN	11	6	1	1
-FAHRTEN	1279	356	6o	54

straffen Zusammenhänge herausarbeiten. Für die RAZ ergaben sich B-Werte zwischen 33 und 63 %. In den Straten SWU 1 - Z und SWU 2 - Z waren TE, BE, STL und die Neigungsparameter von deutlichem Einfluß. Nehmen sie zu, dann wächst auch der RAZ-Anteil. In SWU 2 - R gilt prinzipiell gleiches, nur daß BE und die Neigungswerte entfallen. In STU 2 - R, wo TE nicht variierte und die Neigungen nicht geprüft werden konnten, steigt RAZ mit wachsenden BE, VL, STL und VST.

Für die Zeitart Warten ergab sich:

- In den Straten SWU 1 - Z, STU 2 - Z und SWU 2 - R nimmt die Wartezeit mit wachsendem TE signifikant zu, was angesichts der mit TE zunehmenden Fahrtzeiten des Laufwagens plausibel ist.
- Der Einfluß der Stückzahl pro Last ist im niedrigen und hohen Stückvolumen-Bereich entgegengesetzt: Im Bereich kleiner Stückvolumina (von 0,1 bis 0,2 m^3(r)) sinken die Wartezeiten mit zunehmender Stückzahl, im Bereich hoher Stückvolumina (VST $>$ 0,4 m^3(r)) nehmen die Wartezeiten mit steigender Stückzahl zu. Ersteres erklärt sich wohl damit, daß die Zeit für Lastbilden und Anhängen mit sinkendem Stückvolumen zunimmt; letzteres könnte darauf zurückzuführen sein, daß stärkere Stämme an der Entladestelle bei größerer Stückzahl einen merklich steigenden Manipulationsaufwand erfordern.

TIMINGER (1971) untersuchte bei der Bringung von Starkholz mit halbstationären Seilanlagen ebenfalls das Problem der Tätigkeitszeiten der Mannschaft. Dabei stellte sich heraus, daß die Wartezeiten im Durchschnitt zwischen 36 und 75 % der GAZ betragen können, je nach dem, ob Blochholz oder Langholz (Rohschaft) aufgeseilt wurde. Es ist bemerkenswert, daß auch hier die Stückzahl und das Stückvolumen eine wesentliche Rolle für die Wartezeiten spielten: bei zunehmendem Stückvolumen (Langholz) nehmen die Tätigkeitszeiten ab und bei Blochholz zu. Diese Beobachtung deckt sich gut mit den Ergebnissen unserer Regressionsanalysen. Einschränkend muß erwähnt werden, daß nicht prinzipiell Blochholz größere Tätigkeitszeiten auf-

weist, sondern daß das Stückvolumen und damit die Stückzahl von Bedeutung sind. Wenn bei STU 2 - S höhere Wartezeiten festzustellen sind, so liegt das, im Gegensatz zu den drei Schwachholzstraten (SWU 1 - Z, SWU 2 - Z, SWU 2 - R), hauptsächlich an der geringen Stückzahl pro Fahrt, die sich zwangsweise beim Kahlhieb ergibt.

3.6 Analyse Verstreifen und Gantern

Im unmittelbaren Anschluß an die Seilbringung vom Bestand bis zur Straße müssen die Rohschäfte und Vollbäume verstreift und, ggf. nach vorheriger Aufarbeitung, gegantert werden. Unter Gebirgsverhältnissen dürfte es selten möglich sein, die geseilten Hölzer im engen Umkreis der Entladestation und somit ohne nennenswerten Längstransport zu lagern. Eine grundsätzlich andere, und vermutlich günstigere Lösung besteht darin, die geseilten Stämme bei Ankunft an der Entladestation mit einem Mobil-Greifer aufzunehmen und auf einen bereitstehenden Lkw zu laden. BRABECK (1972) beschreibt dies für Blochholz.

Im Rahmen unserer Untersuchung bestimmten die Möglichkeiten und Wünsche der jeweiligen Betriebe weitgehend das Verfahren beim Verstreifen und Gantern. Direkte Abfuhr unter Verwendung eines Mobil-Greifers konnte nicht untersucht werden. In allen Fällen wurde verstreift und, teilweise nach vorheriger Aufarbeitung zu marktfähigen Sorten, gegantert. Dabei kamen unterschiedliche Betriebsmittel zum Einsatz: Unimog U 54, Forstschlepper verschiedener Fabrikate (Schlüter und Güldner) und PS-Stärken (40 - 65 PS) sowie eine Radwinde RW 12 (14 PS) für Bodenzug. Die Mannschaft bestand beim Unimog und der Radwinde in der Regel aus zwei Mann (Fahrer und Springer), bei den Forstschleppern teilweise nur aus einem Mann (Fahrer). Aufgabe dieser Mannschaft war, das Holz an der Entladestation zu übernehmen, auf der Straße zu den verschiedenen Gantern zu fahren bzw. zu schleifen und meistens sortenweise zu poltern. Bei den Aufstellungen Nr. 2 - 6 wurden die Rohschäfte auf der Straße vor dem Poltern durch

eine zusätzliche Mannschaft vollends aufgearbeitet (Stammholz, IL und Schichtholz). Letzteres war jedoch nur von den örtlichen Bedingungen her notwendig und dürfte eher als eine Ausnahme betrachtet werden. Bei den restlichen Aufstellungen, mit Ausnahme der Vollbaumbringung (Aufst. Nr. 16 und 19), bei denen das Entasten und Ablängen auf der Straße durchgeführt wurde, geschah das Verstreifen und Gantern meistens in einem Arbeitsgang.

Verstreifen, in begrenztem Umfang auch Gantern, ließe sich auch mit Hilfe der vierten Winde des URUS und einem über Umlenkrollen geführten Hilfsseil durchführen. Wir möchten diese Lösung nicht empfehlen: Der Maschinenführer müßte, um den Seilbetrieb nicht aufzuhalten, zeitweise zwei Winden mit unterschiedlicher Aufgabenstellung bedienen, was unweigerlich ein erhöhtes Stör- und Unfallrisiko zur Folge hätte, oder es würde - und dies ist wahrscheinlicher - die Leistung beim Seilbetrieb erheblich sinken.

Das Ziel der Auswertung unseres Datenmaterials über Verstreifen und Gantern waren durchschnittliche Zeitbedarfswerte und eine wenigstens grobe Analyse des Zusammenspiels von Seilkran und Schlepper. Weitergehende Auswertungen erschienen einerseits wenig erfolgversprechend, da sich das Datenmaterial doch als relativ bescheiden im Vergleich zu der Vielzahl von Einflußfaktoren erwies, andererseits standschon während der Versuche fest, daß die von uns notgedrungen praktizierten Verfahren keine befriedigende Lösung darstellen.

Tab. 19 weist für neun Aufstellungen, bei denen entsprechende Aufnahmen durchgeführt wurden und die wenigstens näherungsweise vergleichbar sind, die durchschnittliche Zeitstruktur aus. Bei den Zeitwerten handelt es sich um Maschinenzeiten. Arbeiterzeiten erhält man durch Multiplikation des Zeitbedarfs der Maschine mit der Zahl des Bedienungspersonals

Im Durchschnitt aller untersuchten Aufstellungen entfallen rund 36 % der GAZ auf Wartezeit. Während mehr als einem Drittel der Gesamtzeit warten demnach Betriebsmittel und Bedienungspersonal auf die nächste vom URUS geseilte Last. Ab-

Tab. 19

Zeitbedarf beim Verstreifen und Gantern

Aufst. Nr.	Betriebsmittel	Bedienungsmannschaft	Transportentferng. m	GAZ i.D. Masch.min/F	Vom URUS abhängige Teilzeiten: Warten auf URUS i.D. Masch.min/F	Warten auf URUS % der GAZ	Bedienung URUS i.D. Masch.min/F	Bedienung URUS % der GAZ	Total % der GAZ	Von der Rückemasch.abh.Tz. 1) i.D. Masch.min/F	Von der Rückemasch.abh.Tz. 1) % der GAZ	Auslastung %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	Unimog	2	20-50 / 35	9,08	2,99	33,0	0,33	3,6	3,66	5,76	63,4	67,0
5	Unimog	2	20-470 / 98	12,79	5,25	41,0	0,29	2,3	4,33	7,25	56,7	59,0
8	F-Schlepper	2	25	11,78	5,64	47,9	0,36	3,1	50,9	5,78	49,1	52,1
9	"	2	25-60 / 43	10,73	4,47	41,6	0,21	2,0	43,6	6,05	56,4	58,4
10	"	1	170	18,61	7,61	41,9	-	-	41,9	11,00	58,1	58,1
12	"	1	120	17,68	6,91	39,1	-	-	39,1	10,77	60,9	60,9
13	"	1	40-100 / 55	14,34	1,35	9,4	-	-	9,4	12,99	90,6	90,6
14	"	1	40	13,70	5,05	36,9	-	-	36,9	8,65	63,1	63,1
18	RW 12	2	30-80 / 42	8,04	2,72	33,8	0,49	6,1	39,9	4,83	60,1	66,2
i.D.:	Unimog	2	66,50	10,94	4,12	37,7	0,31	2,8	40,5	6,51	59,51	62,3
	F-Schlepper	1	91,67	16,08	5,23	32,5	-	-	32,5	10,85	67,5	67,5
		2	32,82	11,26	5,06	44,9	0,29	2,6	47,5	5,91	52,5	55,1

1) Die von der Rückemaschine abhängigen Teilzeiten beziehen sich auf alle RAZ, die mit dem Verstreifen und Gantern in Verbindung stehen, sowie 100 % der AZ.

hängig vor allem von TE (und BE) beim Seilbetrieb, von der Verstreifentfernung, von der Größe der Schlepperlast sowie von der Zahl der getrennt zu ganternden Sorten, streut die Wartezeit allerdings beträchtlich. Beispielsweise sinkt die Wartezeit, unter sonst gleichen Bedingungen, mit der Zahl der Sorten, was in der Regel gleichbedeutend ist mit der Zahl der An- und Abhängevorgänge und der Zahl der anzufahrenden Polder.

Interessant ist, daß der Auslastungsgrad des Bedienungspersonals im Falle der 2-Mann-Bedienung nicht nennenswert niedriger ist als im Falle der 1-Mann-Arbeit. Betrachtet man als verfahrensbedingten Auslastungsgrad die gesamte Arbeiterzeit minus Wartezeit auf URUS x 100 geteilt durch gesamte Arbeiterzeit, so schwankt dieser Wert mit wenigen Ausnahmen um ca. 60 %. Dies spricht dafür, daß i.d.R. die 1-Mann-Bedienung ausreichen müßte.

In Sp. 8 der Tab. 19 ist der Zeitbedarf des Springers (bei 2-Mann-Bedienung) für Hilfeleistungen an der Entladestation aufgeführt. Unter diese Leistungen fallen insbesondere das Einhängen leerer Schlingen in den Lasthaken und das manuelle Entriegeln des Laufwagens vom Stellapparat. Bei 1-Mann-Arbeit begab sich der Maschinenführer der Seilkrananlage von seinem Führerstand zur Entladestelle (ca. 3 - 5 m) und verrichtete diese Tätigkeiten selbst.

Das Umhängen der Last vom Seilkranhaken in die Vorrichtungen des Schleppers, "Beladen" im Rahmen unserer Studien, wurde voll dem Vorgang Verstreifen und Gantern zugerechnet. Schlägt man den entsprechenden Zeitbedarf ganz oder teilweise auf den Seilbetrieb, dann sinkt der (rechnerische) Auslastungsgrad von Schlepper und Bedienung weiter ab.

Ein zwar kaum zu quantifizierender, jedoch sehr gewichtiger Einflußfaktor auf Zeitbedarf und Leistung bei Verstreifen und Gantern ist der "Leistungsgrad" des Schlepperfahrers. Während der Zeitstudien wurde beobachtet, daß sich das Arbeitstempo ganz offensichtlich der Häufigkeit der Lastfahrten des Seilkranes anpaßte; es war zu Beginn der Seilbringung

einer Aufstellung eindeutig rascher als am Ende derselben. Dies dürfte die relativ konstante mittlere Wartezeit des Fahrers auf den Seilkran erklären. Möglichkeiten für eine bessere und regelmäßigere Auslastung bei Verstreifen und Gantern werden in einem späteren Abschnitt diskutiert.

Eine überschlägige Vorstellung von Zeitbedarf pro Festmeter und Leistung pro Zeiteinheit erhält man, wenn die mittlere Größe einer Seilkranlast einer Aufstellung der mittleren Größe einer Schlepperlast gleichgesetzt und der Zeitbedarf pro Verstreif- und Ganterzyklus darauf bezogen wird. Dieses Vorgehen ist allerdings insofern nicht ganz korrekt, als zum einen Seilkranlast nicht immer gleich Schlepperlast (im weiteren Sinne) ist und zum anderen unsere Verstreif- und Ganterstudien nur Stichproben erfaßten. Unter diesem Vorbehalt müssen die nachfolgenden Zahlen für den spezifischen Zeitbedarf und die Leistung gesehen werden:

Aufst. Nr.	Volumen/Last $m^3(r)/F$	Maschine		Arbeiter
		Zeitbedarf $min/m^3(r)$	Leistung $m^3(r)/h$	Zeitbedarf $min/m^3(r)$
4	0,654	13,9	4,32	27,8
5	0,772	16,6	3,61	33,1
8	0,897	13,1	4,58	26,3
9	0,966	11,1	5,41	22,2
10	1,151	16,2	3,70	16,2
12	1,416	12,5	4,80	12,5
13	1,859	7,7	7,79	7,7
14	1,001	13,7	4,38	13,7
18	0,775	10,4	5,77	20,8

3.7 Leistung beim Seilbetrieb

3.7.1 Einflüsse auf die Leistung

Unter Leistung verstehen wir die technische Arbeitsproduktivität, ausgedrückt in m^3(r) pro Maschinenstunde RAZ beim Seilbetrieb. Auf die Leistung pro Stunde GAZ, auch unter Einbezug von Montage und Demontage, wird in Abschnitt 5 eingegangen.

Die Leistung in Abhängigkeit von den relevanten Einflußfaktoren kann in unserem Falle entweder aus den regressionsanalytisch ausgeglichenen Zeitbedarfswerten (Abschnitt 3.4.3) und den zugehörigen Werten für VL abgeleitet, oder unmittelbar an Hand der pro Fahrt beobachteten Leistungen analysiert werden. Der letztere Weg führt aus mehrfachen Gründen zu genaueren und einfacher zu interpretierenden Resultaten. Wir entschieden uns deshalb für dieses Vorgehen und benutzten bei den Regressions- und Korrelationsanalysen als Einzelwerte für die abhängige Variable die bei den Einzelfahrten (Zyklen) beobachteten Leistungen.

Aus Anl. 22 sind die wesentlichen Maßzahlen für die jeweils den besten Ausgleich und die höchste Streuungserklärung liefernden Regressionen zu entnehmen. In allen Verfahren und Varianten - Ausnahme: Verfahren 8, wo TE nicht variierte - erwiesen sich TE, BE und VL als die mit Abstand einflußreichsten Variablen, was den Beitrag zur Streuungserklärung anbelangt. Grundsätzlich sinkt die Leistung mit wachsendem TE und BE sowie mit abnehmendem VL. In immerhin 8 von 13 Fällen erweist sich auch der Einfluß von STL auf die Leistung als überwiegend hochsignifikant, wobei stets die Leistung mit zunehmender Stückzahl pro Last sinkt. Die Neigungsparameter, die wiederum nur an drei Varianten geprüft werden konnten, überschreiten hingegen nur teilweise und knapp die Sicherheitsschwelle.

Einen Hinweis auf die praktische Bedeutung der als signifikant ausgewiesenen Einflußfaktoren für die Variabilität der Zielgröße, in diesem Falle also der Leistung, liefert das

Produkt aus partiellem Regressionskoeffizient und Standardabweichung der betr. unabhängigen Variablen in dem beobachteten Kollektiv. Bei konstanten übrigen Einflüssen gibt dieser Wert eine Schätzung für die Standardabweichung der Abhängigen als Folge der in dem Kollektiv vorliegenden Variabilität der Unabhängigen und ihrer Einflüsse auf die Abhängige. In Tab. 20 wurden die Produkte $b_i.S_i$ (Maßeinheit: m^3(r) pro Maschinenstunde RAZ) zusammengestellt. In allen Kollektiven hat das Volumen pro Last (VL) den weitaus stärksten Einfluß auf die Streuung der Leistung. TE und STL, soweit letzteres signifikant, sind die nächstwichtigen Faktoren, wobei STL teilweise bedeutsamer ist als TE. Das Gewicht von BE ist zumeist schwächer als jenes von TE und STL. In den wenigen Fällen, wo die Maßzahlen für die Geländeneigung signifikant in Erscheinung treten, erweisen sie sich für die Variabilität der Leistung bedeutsamer als BE.

Aus Gründen der Praktikabilität und vor allem der Vergleichbarkeit wurden in einem weiteren Schritt für alle Verfahren und Varianten Regressionen mit dem Ansatz Leistung = f (TE, BE, VL) gerechnet (siehe Tab. 21). Da diese Regressionen nicht zur unmittelbaren Anwendung in der betrieblichen Praxis gedacht sind, sondern zunächst nur die Grundlage zur Erarbeitung von Schätzhilfen für die Praxis bilden, konnte auch auf nichtlineare Funktionstypen zurückgegriffen werden. Teilweise handelt es sich deshalb um dieselben Funktionen wie beim optimalen Ausgleich. In den übrigen Fällen sinkt die Determiniertheit und steigt die Residualabweichung nur unwesentlich an. Der Verzicht auf die Variable STL ist deshalb vertretbar. Die Abb. 24 bis 31 enthalten die in Tab. 21 aufgeführten Ausgleichsfunktionen in graphischer Form. Den Richtwerttabellen für Leistungsschätzungen in Anlage 23 bis 29 liegen die gleichen Funktionen zugrunde.

3.7.2 Einflüsse auf das Volumen pro Last

Angesichts der großen Bedeutung, die dem Volumen pro Last (VL) für die Leistung zukommt, stellt sich die Frage, welche Fak-

Tab. 20

Effektive Bedeutung der unabhängigen Variablen

für die Variation der Zielgröße "Leistung" in den beobachteten Kollektiven ($b_i \cdot s_i$)

unabhängige Variable	Verfahren und Varianten												
	1 1,5 t	1 2,5 t	2 1,5 t	2 2,5 t	3 1,5 t	3 2,5 t	4 2,5 t	5 1,5 t	6 1,5 t	7 1,5 t	7 2,5 t	8 2,5 t	9 1,5 t
	m^3(r) / Std. (RAZ)												
TE	±1,335	±1,197	±1,433	±1,441	±1,540	±1,453	±1,769	±2,308	±1,075	±1,566	±1,255	-	±1,701
BE	±1,047	±1,027	±1,030	±1,269	±1,035	±1,079	±1,015	±1,762	±1,934	±1,042	±1,097	±1,774	±1,032
VL	±2,531	±2,652	±2,485	±2,727	±2,454	±2,853	±2,276	±2,889	±2,958	±2,351	±3,420	±7,059	±2,672
STL	±1,356	±1,676	±1,170	-	-	±1,230	-	±1,027	±1,638	-	±1,491	-	±1,219
NM	-	-	-	-	±1,535	-	-	-	-	-	-	-	-
ENM	-	-	-	-	±1,125	±1,130	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 21

Regressionsanalytischer Verfahrensvergleich der Leistung RAZ

abhängige Variable : Leistung bei RAZ(m^3(r)/h)
unabhängige Variablen : x_1, x_2, x_3.

Variante	x_i	f	N	b_0	b_i	t-Wert	B	F-Wert	s_{yx} %
Verfahren 1 : ↑,VbG									
1,5 t	TE BE VL	ln	215	3,7594	-0,2998 -0,0458 0,8924	-14,34 xxx -10,58 xxx 21,77 xxx	0,738	197,76 xxx	22,87
2,5 t	TE BE VL	ln	118	3,8907	-0,3489 -0,0394 0,8807	-9,42 xxx -5,81 xxx 14,61 xxx	0,768	126,03 xxx	16,87
Verfahren 2 : ↑,R < 14 m,S									
1,5 t	TE BE VL	ln	92	4,0667	-0,4001 -0,0277 0,8681	-9,78 xxx -4,95 xxx 15,33 xxx	0,749	87,35 xxx	30,33
2,5 t	TE BE VL	ln	48	4,2268	-0,3654 -0,2379 1,0030	-3,58 xxx -5,78 xxx 12,36 xxx	0,869	97,06 xxx	18,44
Verfahren 3 : ↑,R <14 m,S + G									
1,5 t	TE BE VL	ln	478	3,9947	-0,4142 -0,0350 0,9180	-22,58 xxx -11,95 xxx 29,26 xxx	0,728	422,58 xxx	28,89
2,5 t	TE BE VL	ln	119	3,9218	-0,3704 -0,0902 0,9846	-9,08 xxx -6,28 xxx 20,72 xxx	0,862	239,07 xxx	18,30
Verfahren 4 : ↑,R <14 m,S + G, vorgerückt mit Radiotir									
2,5 t	TE BE VL	ln	60	4,9527	-0,5703 -0,0148 0,8224	-8,86 xxx -2,65 xx 10,39 xxx	0,906	179,52 xxx	8,82
Verfahren 5 : ↑,R <14 m,G									
1,5 t	TE BE VL	lin	198	7,2287	-0,0361 -0,0986 8,2362	-10,83 xxx -12,49 xxx 12,52 xxx	0,636	113,19 xxx	32,01

Fortsetzung der Tab. 21

Variante	x_i	f	N	b_o	b_i	t-Wert	B	F-Wert	$s_{\hat{y}x}$ %
Verfahren 6 : ↑,R >14 m,S									
1,5 t	TE BE VL	lin	69	5,5996	-0,0440 -0,1591 11,5949	-4,51^{xxx} -7,27^{xxx} 8,08^{xxx}	0,706	51,98^{xxx}	27,24
Verfahren 7 : ↑,R >14 m,S + G									
1,5 t	TE BE VL	ln	140	4,3496	-0,4482 -0,0413 0,8550	-15,23^{xxx} -8,01^{xxx} 13,67^{xxx}	0,748	134,39^{xxx}	14,86
2,5 t	TE BE VL	ln	75	3,1873	-0,2285 -0,1097 1,2101	-4,62^{xxx} -6,36^{xxx} 20,35^{xxx}	0,907	229,74^{xxx}	11,53
Verfahren 8 : ↑,K h,K									
2,5 t	BE VL	lin	54	-0,3797	-0,1075 9,1010	-4,73^{xxx} 18,83^{xxx}	0,878	182,87^{xxx}	13,53
Verfahren 9 : ↓,R <14 m,G									
1,5 t	TE BE VL	ln	122	4,7945	-0,5562 -0,0344 0,9529	-14,51^{xxx} -7,28^{xxx} 19,64^{xxx}	0,857	236,13^{xxx}	16,83

Abb. 24

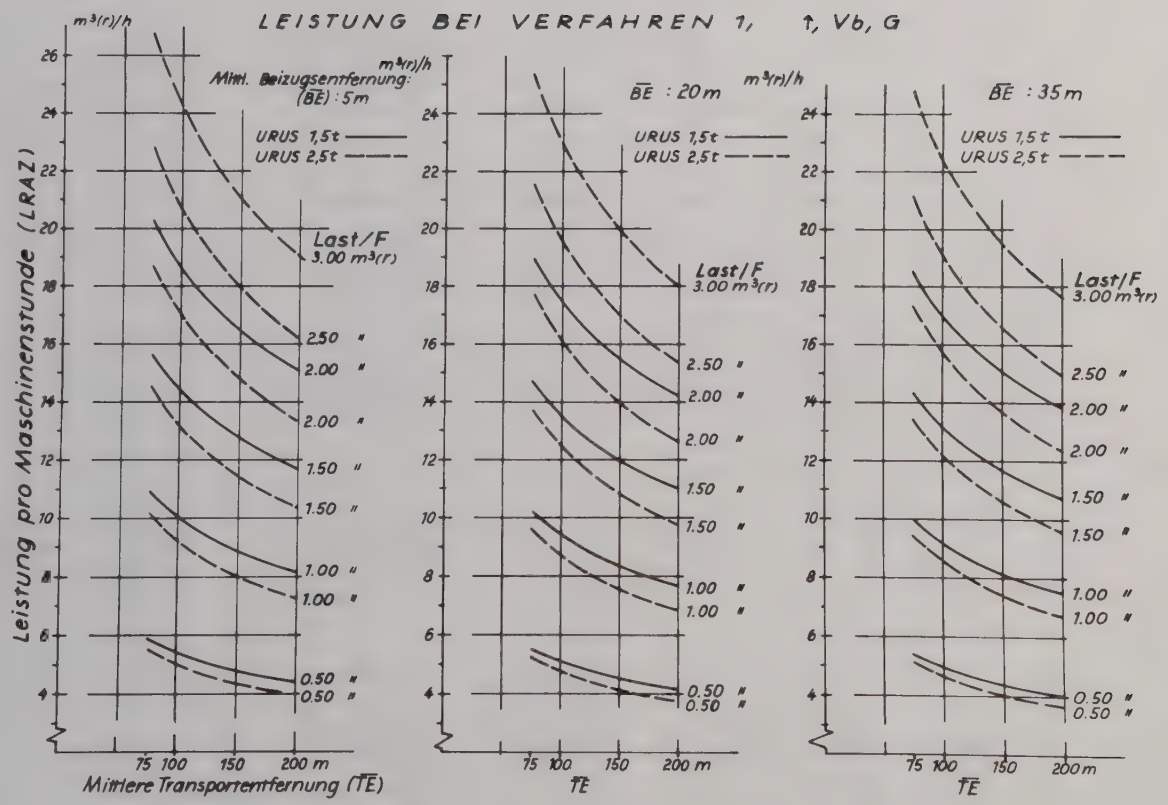

LEISTUNG BEI VERFAHREN 1, ↑, Vb, G
m³(r)/h
Leistung pro Maschinenstunde (LRAZ)
Mittl. Beizugsentfernung: (BE) : 5m
BE : 20m
BE : 35m
URUS 1,5t
URUS 2,5t
Last/F
3.00 m³(r)
2.50 "
2.00 "
1.50 "
1.00 "
0.50 "
75 100 150 200 m
Mittlere Transportentfernung (TE)
TE

Abb. 25

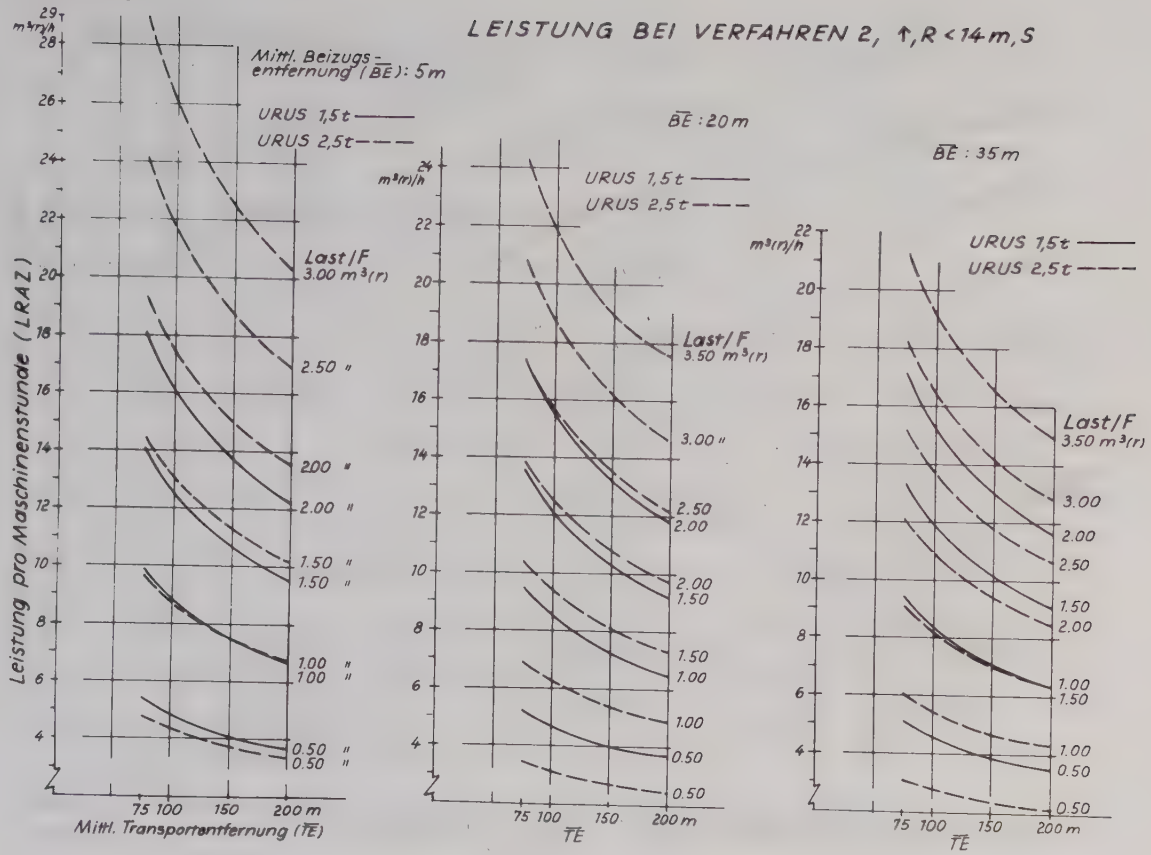

LEISTUNG BEI VERFAHREN 2, ↑, R < 14 m, S
Mittl. Beizugs-entfernung (BE): 5 m
URUS 1,5 t
URUS 2,5 t
BE : 20 m
BE : 35 m
Last/F
3.00 m³(r)
2.50 "
2.00 "
1.50 "
1.00 "
0.50 "
3.50 m³(r)
m³(r)/h
Leistung pro Maschinenstunde (LRAZ)
Mittl. Transportentfernung (TE)
TE
75 100 150 200 m

Abb. 26

LEISTUNG BEI VERFAHREN 3, ↑, R<14m, S+G

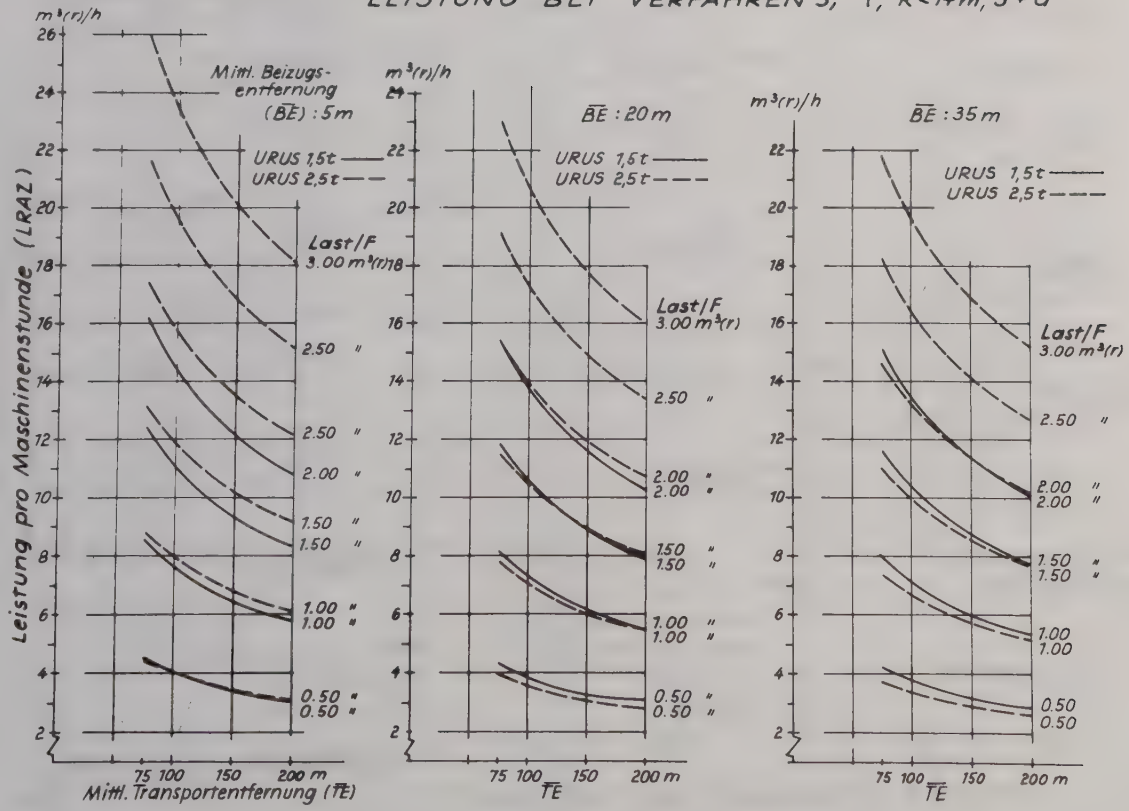


Abb. 27

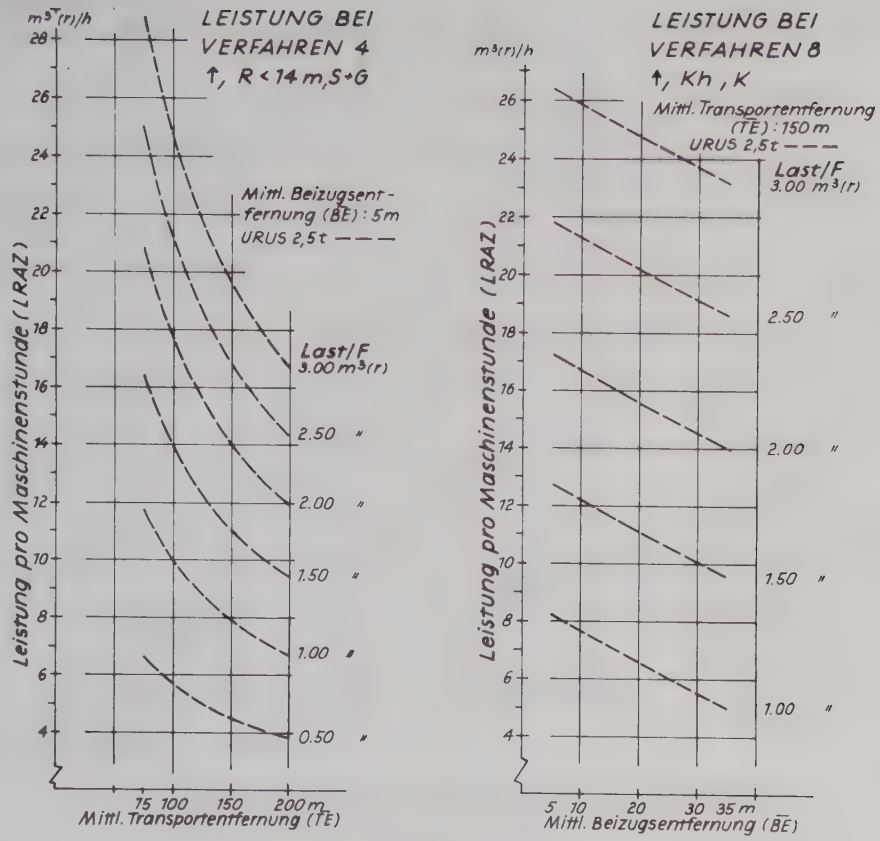

LEISTUNG BEI VERFAHREN 4
↑, R < 14 m, S+G
m³(r)/h
Leistung pro Maschinenstunde (LRAZ)
Mittl. Beizugsentfernung (BE): 5m
URUS 2,5t
Last/F
3.00 m³(r)
2.50 "
2.00 "
1.50 "
1.00 "
0.50 "
75 100 150 200 m
Mittl. Transportentfernung (TE)
LEISTUNG BEI VERFAHREN 8
↑, Kh, K
m³(r)/h
Mittl. Transportentfernung (TE): 150 m
URUS 2,5t
Last/F
3.00 m³(r)
2.50 "
2.00 "
1.50 "
1.00 "
5 10 20 30 35 m
Mittl. Beizugsentfernung (BE)

Abb. 28 LEISTUNG BEI VERFAHREN 5, ↑, R<14 m, G

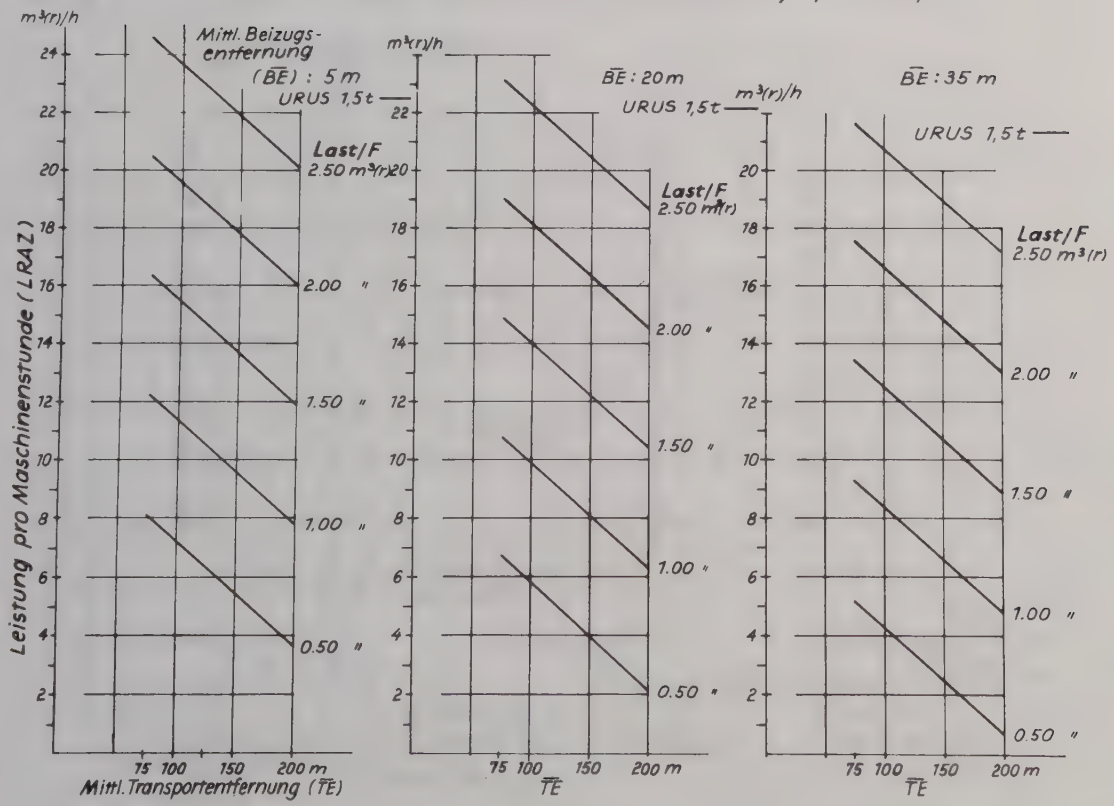


Abb. 29

LEISTUNG BEI VERFAHREN 6, ↑, R > 14 m, S

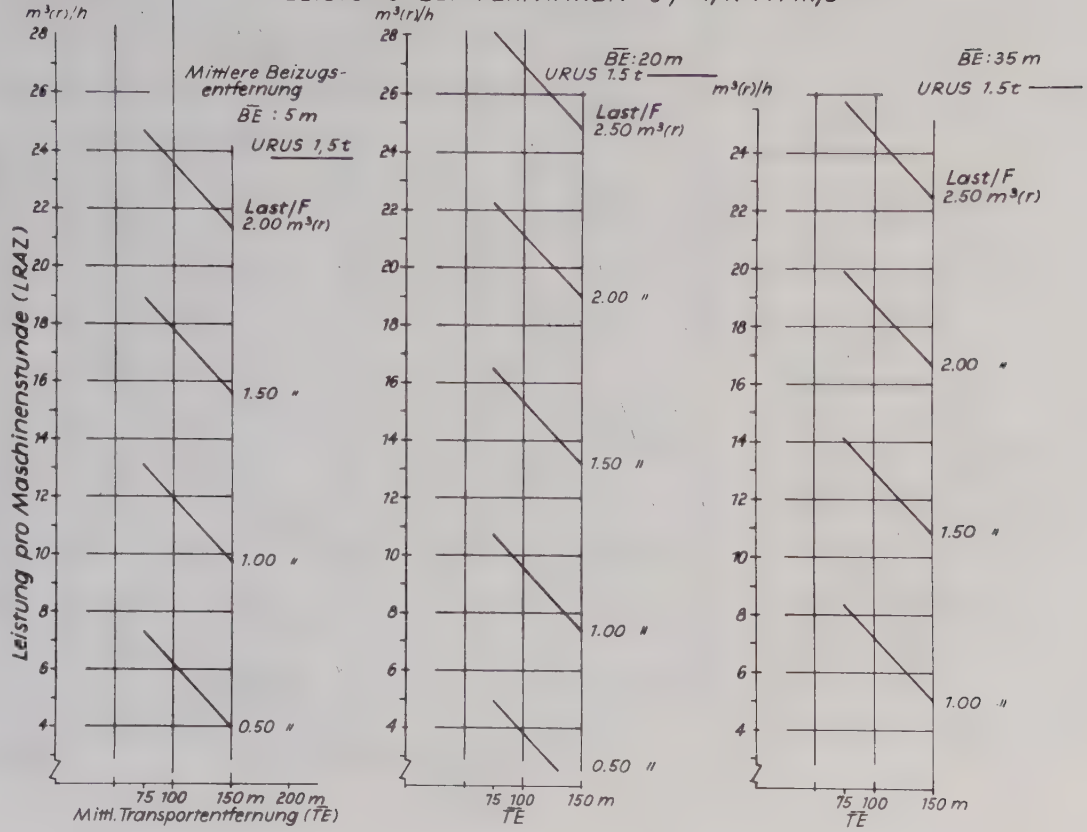


Abb. 30 LEISTUNG BEI VERFAHREN 7, ↑, R > 14 m, S + G

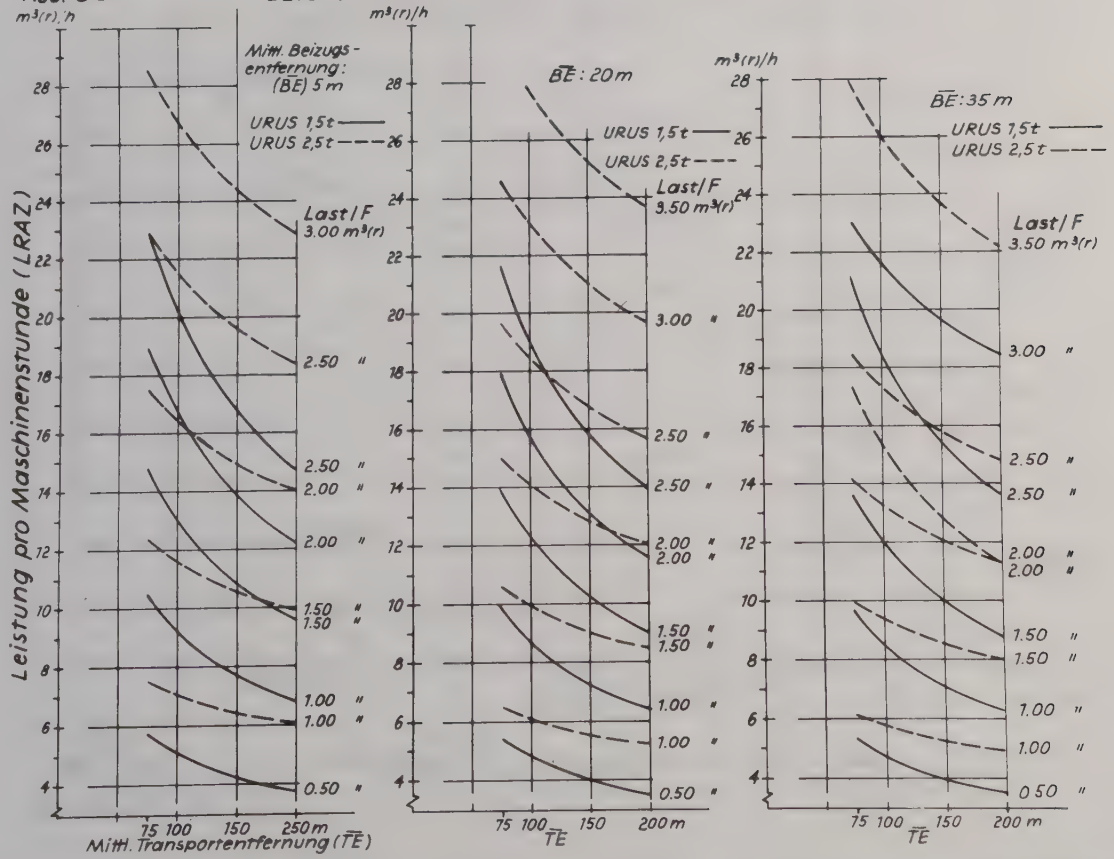
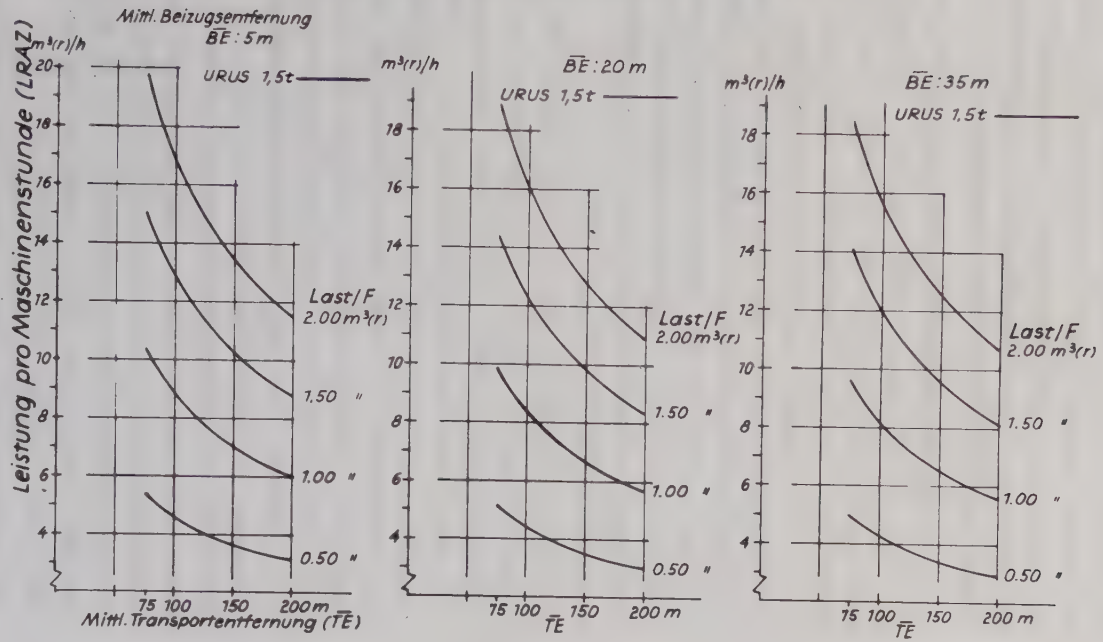


Abb. 31 LEISTUNG BEI VERFAHREN 9, ↓, R < 14 m, G



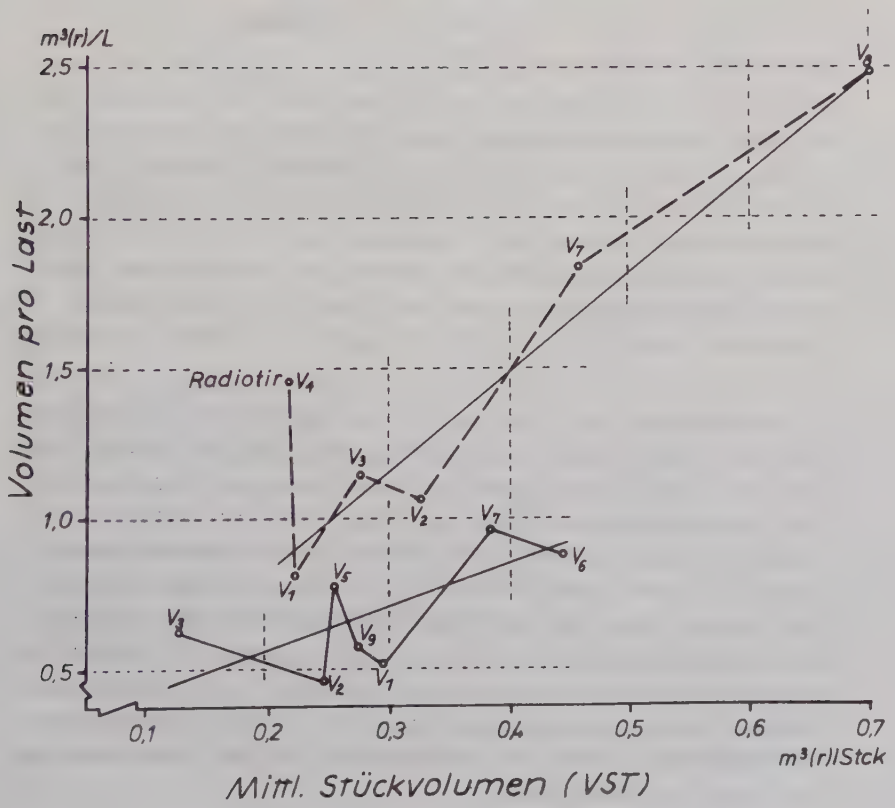
toren VL determinieren. Für Verfahrensvergleiche und Verfahrensbeurteilungen sowie für die Vorausschätzung von Leistung und Kosten ist diese Frage gleichermaßen von Bedeutung. Es ist beispielsweise wesentlich zu wissen, ob sich Verfahren und Varianten - ceteris paribus - hinsichtlich VL signifikant unterscheiden, ob mit zunehmender Beizugsentfernung eine systematische Änderung von VL einhergeht.

Einen ersten Anhalt über die Einflüsse auf VL liefert Abb. 22. Für jede Versuchsvariante ist VL im Durchschnitt aller Fahrten der Variante über dem mittleren Stückvolumen (VST) aufgetragen. Die sich ergebenden Polygone der 1,5 t - und der 2,5 t - Varianten liegen deutlich verschieden; innerhalb beider Gruppen steigt VL mit wachsendem VST an. Auch deuten sich Abhängigkeiten vom Verfahren (Aufarbeitungsgrad, Eingriffsart) an. Hinlänglich sichere Aussagen erfordern eine vertiefte Analyse dieser und evtl. weiterer Zusammenhänge. Wir haben deshalb alle in Frage kommenden Beziehungen regressions- und varianzanalytisch geprüft.

Die Beziehung VL = f (TE) ergab in einigen Fällen gesicherte Zusammenhänge mit allerdings wechselndem Vorzeichen der Regressionskoeffizienten. Zusätzliche Tests zeigten, daß überall dort, wo VL mit TE zunimmt, auch VST und TE zunimmt und umgekehrt. Die Erklärung ist einfach: die Seiltrassen erfaßten Bestände mit zu- oder abnehmendem Alter bzw. zu- oder abnehmenden Stückvolumen der Bäume. Weiter zeigte sich, daß ein positiver Einfluß von TE auf VL gelegentlich auch darauf zurückzuführen ist, daß die Bedienungsmannschaft an der Ladestation mit steigender Anzahl Fahrten pro Aufstellung, und das heißt mit zunehmender Transportentfernung, mehr Holz anhängt, weil das Vertrauen in die Anlage mit der Zahl an Fahrten wächst. Beziehungen zwischen VL und TE sind somit Scheinkorrelationen und gehen auf andere, mit TE interkorrelierte Faktoren zurück. Wir dürfen unterstellen, daß TE keinen ursächlichen Einfluß auf VL ausübt.

Die Beziehung VL = f (BE) erwies sich wider Erwarten nur bei zwei Varianten als signifikant. Offensichtlich wirkt zuneh-

Abb. 22 Volumen pro Last in Abhängigkeit des mittl. Stückvolumens



mende Beizugsentfernung nur unter extrem schwierigen Geländeverhältnissen (sehr steil und blocküberlagert) bremsend auf VL. Auch BE kann somit als Einflußfaktor auf VL außer Betracht gelassen werden.

Für die Beziehungen zwischen den Variablen VL, STL und VST gilt in unserem Material folgendes: VL ist von STL nur sehr schwach (Korrelationskoeffizienten überwiegend nahe oder sogar unterhalb der Zufallsgrenze) abhängig. Es besteht eine schwache Tendenz der Zunahme von VL mit wachsender Stückzahl pro Last. STL ist hingegen in allen Fällen mehr oder minder straff negativ korreliert mit VST: wächst VST, so sinkt STL. Schließlich wird, worauf schon Abb. 22 hinweist, VL durchweg positiv beeinflußt von VST.

Im weiteren interessiert, ob die Beziehung VL = f (VST) verfahrens- und variantenspezifisch sei. Zur Beantwortung dieser Frage wurde anhand der Regressionskoeffizienten zu VST (vergl. Anlage 30) eine Parallelitätsprüfung durchgeführt. Das Ergebnis ist aus Tab. 23 ersichtlich: Bei 48 von 78 möglichen Paarungen ergaben sich gesicherte Unterschiede. Wir gehen im folgenden davon aus, daß sich die Verfahren und Varianten hinsichtlich der Beziehung VL = f (VST) unterscheiden.

Die überwiegend niedrigen Bestimmtheitsmaße der linearen Beziehungen veranlaßten, andere Funktionstypen zu prüfen. Wie Tab. 22 zeigt, lassen sich auf diese Weise zum Teil wesentlich straffere Beziehungen herleiten. Die Regressionen sind in der Abb. 23 graphisch und in Tab. 24 zahlenmäßig dargestellt. Es sei jedoch ausdrücklich betont, daß die Mehrzahl der Regressionen noch beträchtliche Restvarianzen aufweist, zu den Regressionslinien daher relativ breite Unsicherheitsbereiche gedacht werden müssen, besonders in den Randzonen, und daß deshalb unsere Ergebnisse nur als grobe Schätzhilfe zur Ermittlung von VL in Abhängigkeit von VST, Verfahren und Varianten zu sehen sind.

Tab. 22

Regressionsanalyse Volumen pro Last u.mittl.Stückvolumen pro Last : optimale Funktionsansätze

VL = f (VST)

Verf. Nr.	Variante	N	Funk.	b_o	b_i	t-Wert	B	F-Wert	s
1	1,5 t	215	ln	+o,o796	+o,6o98	+15,21***	0,521	231,45***	16
	2,5 t	118	quadr.	+o,2559	+3,3922	+ 8,13***	0,434	44,14***	29
					-2,8293	- 6,o1***			
2	1,5 t	91	ln	-o,2528	+o,379o	+ 5,o6***	0,222	25,64***	16,
	2,5 t	48	quadr.	+o,5331	+2,o6oo	+ 5,71***	0,632	38,68***	29,
					-o,4165	- 3,44**			
3	1,5 t	478	rezipr.	+o,9671	-o,o319	-16,13***	0,353	26o,21***	31,
	2,5 t	119	quadr.	+o,3196	+3,556o	+ 7,18***	0,635	1oo,93***	28,
					-1,5859	- 3,33**			
4	2,5 t	6o	ln	+1,3472	+o,6449	+ 8,14***	0,533	66,25***	36,
5	1,5 t	198	quadr.	+o,288o	+2,4o43	+ 6,89***	0,344	51,2o***	32,
					-1,5439	- 3,67***			
6	1,5 t	69	linear	+o,761o	+o,3o17	+ 3,54***	0,158	12,57***	23,
7	1,5 t	14o	rezipr.	+1,2953	-o,1o26	-,6,15***	0,215	37,8o***	27,
	2,5 t	75	quadr.	+o,o449	+5,4lo3	+ 9,69***	0,747	1o6,39***	24,
					-2,27o8	- 5,83***			
8	2,5 t	54	ln	+1,o857	+o,483o	+ 7,57***	0,524	57,31***	53,
9	1,5 t	122	ln	+o,2646	+o,6379	+1o,82***	0,494	117,14***	18,2

Tab. 23

UNTERSCHIEDE ZWISCHEN DEN REGRESSIONSKOEFFIZIENTEN

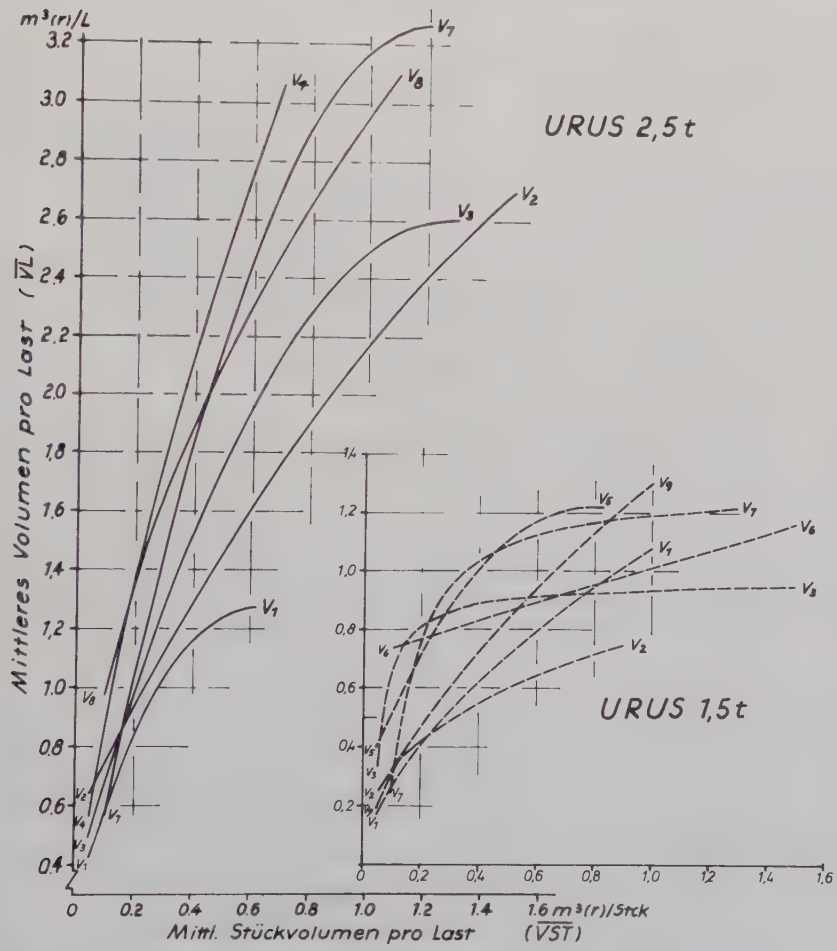
(VL = f(VST))

X = gesicherter Unterschied

/ = nur zufälliger Unterschied

	1 1,5	1 2,5	2 1,5	2 2,5	3 1,5	3 2,5	4 2,5	5 1,5	6 1,5	7 1,5	7 2,5	8 2,5	9 1,5
1 1,5	-	/	/	/	/	X	X	X	X	/	X	X	/
1 2,5		-	/	/	/	X	X	/	X	X	X	/	/
2 1,5			-	/	/	X	X	X	/	/	X	X	/
2 2,5				-	/	X	X	/	X	/	X	/	/
3 1,5					-	X	X	X	X	X	X	X	/
3 2,5						-	X	X	X	X	/	/	X
4 2,5							-	X	X	X	/	X	X
5 1,5								-	X	X	X	/	/
6 1,5									-	/	X	X	X
7 1,5										-	X	X	X
7 2,5											-	X	X
8 2,5												-	/
9 1,5													-

Abb. 23 Mittl. Volumen pro Last in Abhängigkeit des mittl. Stückvolumens pro Last



Tab. 24

Mittl. Volumen pro Last in Abhängigkeit vom mittleren Stückvolumen pro Last

mittleres Stückvol. pro Last	$\bar{x}$ Volumen pro Last ($\overline{VL}$)												
	Verfahren 1		Verfahren 2		Verfahren 3		Verf.4	Verf.5	Verf.6	Verfahren 7		Verf.8	Verf.9
(VST)	1,5t	2,5t	1,5t	2,5t	1,5t	2,5t	2,5t	1,5t	1,5t	1,5t	2,5t	2,5t	1,5t
m^3(r)/Stück	m^3 (r) / Last												
0,05	0,17	0,42	0,25	0,64	0,33	0,49	0,56	0,40					0,19
0,10	0,27	0,57	0,32	0,73	0,65	0,66	0,87	0,51	0,74	0,27	0,56	0,97	0,30
0,20	0,41	0,82	0,42	0,93	0,81	0,98	1,36	0,71	0,77	0,78	1,04	1,36	0,47
0,30	0,52	1,02	0,49	1,11	0,86	1,26	1,77	0,87	0,80	0,95	1,46	1,66	0,60
0,40	0,62	1,16	0,55	1,29	0,89	1,52	2,13	1,00	0,83	1,04	1,85	1,90	0,73
0,50	0,71	1,24	0,60	1,46	0,90	1,75	2,46	1,10	0,86	1,09	2,18	2,12	0,84
0,60	0,79	1,27	0,64	1,62	0,91	1,95	2,77	1,17	0,99	1,12	2,47	2,31	0,94
0,70	0,87	1,24	0,68	1,77	0,92	2,13	3,06	1,21	0,92	1,15	2,72	2,49	1,04
0,80	0,94	1,16	0,71	1,91	0,93	2,28		1,22	0,95	1,17	2,92	2,66	1,13
0,90	1,01	1,02	0,75	2,05	0,93	2,40		1,20	0,98	1,18	3,07	2,81	1,22
1,00	1,08	0,82		2,18	0,94	2,49		1,15	1,01	1,19	3,18	2,96	1,30
1,10				2,30	0,94	2,55		1,06	1,04	1,20	3,25	3,10	
1,20				2,41	0,94	2,59			1,07	1,21	3,27	3,23	
1,30				2,51	0,94	2,60			1,10	1,22	3,24	3,36	
1,40				2,60	0,94	2,58			1,13		3,17	3,48	
1,50				2,69	0,95	2,54			1,16		3,05	3,60	
1,75						2,30					2,56	3,88	
2,00											1,78	4,14	

3.7.3 Leistungsvergleich zwischen Verfahren und Varianten.

Unter den vorgenannten Einschränkungen können nun die Verfahren und Varianten verglichen werden. Hierzu wählten wir eine mittlere TE von 100 m, eine mittlere BE von 15 und ein mittleres VST von 0,1 und 0,4 m^3(r)o.R. Ausnahmen werden gemacht bei:

- Verfahren 4 mit der Beizugsentfernung 5 m, weil bei vorgerückten Lasten mittlere Beizugsentfernungen von 15 m nicht vorkommen;
- Verfahren 6, 7 und 8: VST 0,1 m^3(r) wurde hier ausgeklammert, weil dieser Wert bei Altdurchforstungen und Kahlhieben als Mittelwert nicht zu erwarten ist. Bei Verfahren 8 wurde zusätzlich zu der Leistung-RAZ bei VST 0,4 m^3(r)/Stck. jene bei VST 0,7 m^3(r)/Stck. aufgeführt, um die tatsächlichen Leistungen bei Kahlschlägen aufzuzeigen.

Bei den nachfolgenden Vergleichen darf nicht übersehen werden, daß

- zu den über Regressionen ermittelten Leistungen wegen der Residualabweichungen Streubereiche mitberücksichtigt werden müssen und daß
- die angesetzten Stückvolumina (0,1 und 0,4 m^3/Stck.) für die jeweiligen Varianten nicht immer den Schwerpunkt aus dem Datenmaterial darstellen.

Tab. 25 (Spalte 7) zeigt, daß trotz der erwähnten Unsicherheiten die Unterschiede zwischen den meisten Verfahren und Varianten erheblich sind. Die geringste Leistung bei VST 0,1 m^3(r)/Stck. erbrachte Variante 9/1,5 t mit 2,76 m^3(r)/h, die höchste die Variante 4/2,5 t mit 8,92 m^3(r)/h. Auch bei VST 0,4 m^3(r)/Stck. geht V 4/2,5 t als leistungsstärkste Alternative für die Durchforstung hervor (18,63 m^3(r)/h).

Es ist bemerkenswert, daß bei Gleichschaltung der erfaßten Einflußgrößen (TE, BE, VL bzw. VST) die Leistung bei Verfahren 4 (Vorrücken mit RADIOTIR) jene von Verfahren 8 (Kahlhieb) noch übertrifft. Daraus wird deutlich, welche Leistungen auch

Tab. 25

Leistungsvergleich der Seilkräne URUS 1,5 t und URUS 2,5 t

Verfahren Nr.	Variante URUS-Typ	$\overline{TE}$ m	$\overline{BE}$ m	$\overline{VST}$ $m^3(r)$/Stck	$\overline{VL}$ $m^3/r)/L$	Leistung RAZ $m^3(r)/h$
1	2	3	4	5	6	7
1	1,5 t	100	15	0,1 0,4	0,27 0,62	2,96 6,22
	2,5 t			0,1 0,4	0,57 1,16	5,38 10,05
2	1,5 t	100	15	0,1 0,4	0,32 0,55	3,19 5,10
	2,5 t			0,1 0,4	0,73 1,29	4,88 8,63
3	1,5 t	100	15	0,1 0,4	0,65 0,89	4,94 6,59
	2,5 t			0,1 0,4	0,66 1,52	4,77 10,85
4	2,5 t	100	5	0,1 0,4	0,87 2,13	8,92 18,63
5	1,5 t	100	15	0,1 0,4	0,51 1,00	6,34 10,38
6	1,5 t	100	15	0,4	0,83	8,44
7	1,5 t	100	15	0,4	1,04	9,09
	2,5 t			0,4	1,85	13,23
8	2,5 t	100	15	0,4 0,7	1,90 2,51	(17,90)[1)] 23,98
9	1,5 t	100	15	0,1 0,4	0,30 0,73	2,76 6,64

1) Blöcher aus Kahlhieben haben i.d.R. ein $\overline{VST} > 0,4\ m^3(r)$ o.R., daher ist der Wert nicht direkt vergleichbar(Kahlschlagsbedingungen Verf.8 : $\overline{VST} = 0,72\ m^3(r)$)

in Durchforstungen möglich sind, wenn vor dem Seilkraneinsatz das Holz bis an die Trasse vorgerückt wird. Der Vorteil des vom Seilkraneinsatz getrennten Vorrückens kann jedoch, zumindest mit Seilwinden vom Typ RADIOTIR, nicht beliebig für jedes Stückvolumen genützt werden. Die obere Einsatzgrenze für RADIOTIR dürfte bei ca. 0,4 m^3(r)/Stck. liegen, eher noch darunter.

Die Bergabbringung erwies sich i.a. gegenüber der Bergaufbringung als leistungssenkend. Wenn sie (V 9/1,5 t) mit der korrespondierenden Bergaufbringung (V 5/1,5 t) verglichen wird (streng genommen ist nur dieser Vergleich korrekt), dann verhalten sich die Leistungen wie 1:2. Dieses Verhältnis ist sicherlich mit einer mit der Anlage und dem Verfahren vertrauteren Mannschaft zu verbessern. Die Bergabbringung mit URUS-Seilkränen wird jedoch unter vergleichbaren Bedingungen immer leistungsschwächer sein als die Bringung bergauf.

Abb. 32 zeigt, daß die kleine Seilkrananlage der größeren leistungsmäßig durchweg unterlegen ist, mit Ausnahme des Verfahrens 3 - VST:0,1 m^3(r) -. Dies ist insofern überraschend, als anzunehmen war, daß im niedrigen Stückvolumenbereich die unterschiedlichen Kapazitätsgrenzen der beiden Seilkrane nicht zum Tragen kommen würden, zumal bei VST 0,1 m^3(r) ohnehin keine Lasten (VL) von über 0,8 m^3(r) bei nicht vorgerücktem Holz erreicht wurden. Das relativ niedrige Leistungsniveau des URUS 1,5 t ist unter anderem der ungünstigen Auswirkung der Funktion VL = f (VST) zuzuschreiben. Abb. 23 zeigt, daß die Regressionslinien des kleineren URUS tiefer liegen und einen i.a. flacheren Verlauf aufweisen als jene des großen URUS. Das frühzeitige Abflachen der VL-VST-Kurven (Verf. 3,1.5 t und Verf. 7, 1,5 t) ist wahrscheinlich in der Zaghaftigkeit bzw. Unvertrautheit der Bedienungsmannschaft beim Einschätzen der zu bildenden Lasten zu suchen. Dagegen ist ein "Umkippen" der Regressionslinien vor Erlangung der maximalen Auslastung (Verf. 1, 2,5 t ab VST 0,6 m^3 (r), Verf. 3, 2,5 t ab VST 1,3 m^3(r), Verf. 5, 1,5 t ab VST

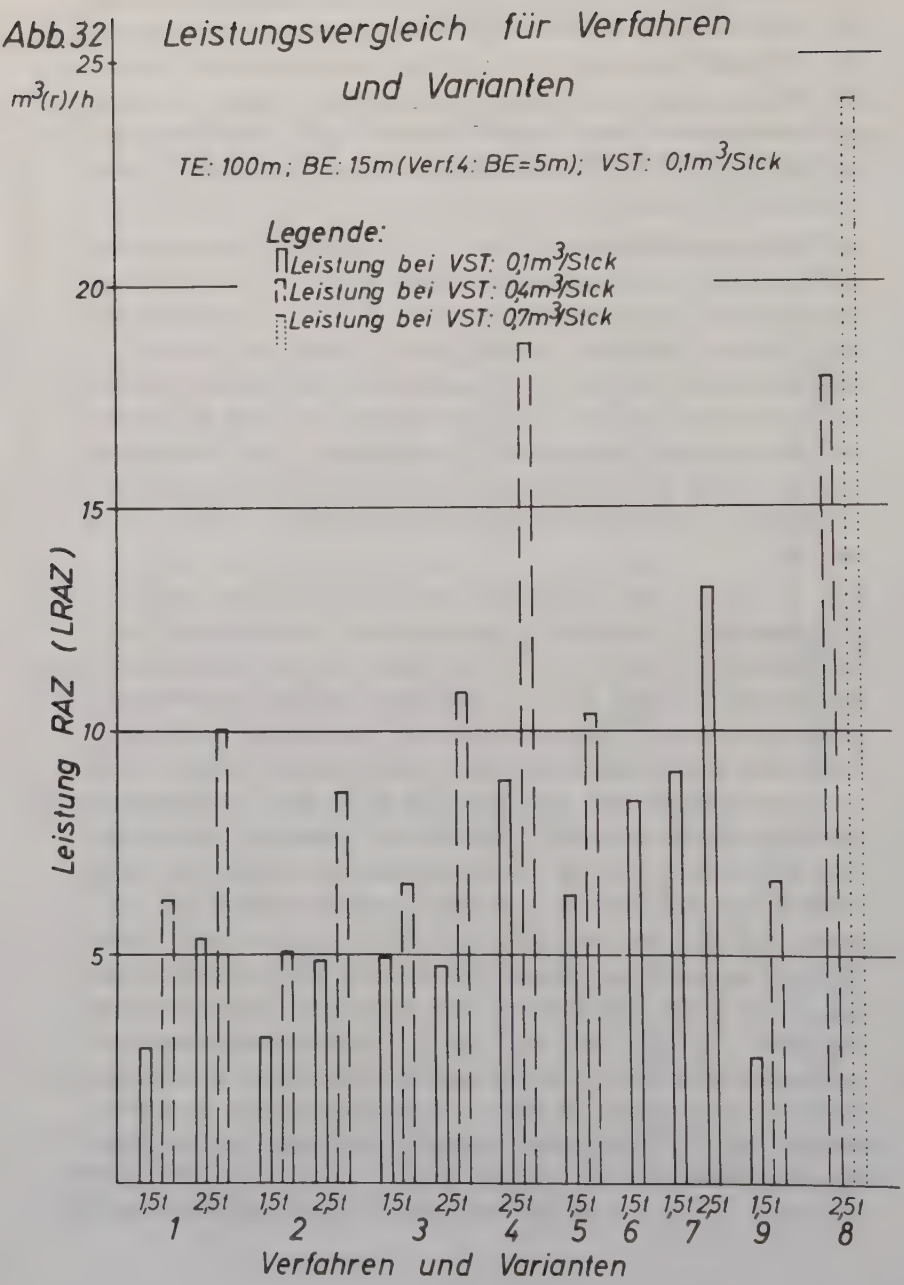


Abb.32
Leistungsvergleich für Verfahren und Varianten
TE: 100m; BE: 15m (Verf.4: BE=5m); VST: 0,1m³/Stck
Legende:
Leistung bei VST: 0,1m³/Stck
Leistung bei VST: 0,4m³/Stck
Leistung bei VST: 0,7m³/Stck
m³(r)/h
25
20
15
10
5
Leistung RAZ (LRAZ)
1,5t
2,5t
1
2
3
4
5
6
7
9
8
Verfahren und Varianten

0,77 m^3(r) usw.) möglicherweise auf die Grenzen der verwendeten Ausgleichsfunktionen zurückzuführen, die im höheren Stückvolumenbereich keine plausiblen Kurvenverläufe mehr liefern. Die Leistungen-RAZ des URUS 1,5 t und 2,5 t stehen unter vergleichbaren Bedingungen (Verf. 1, 2, 3 und 7) zueinander wie ca. 1:1,5. In Abb. 32 fällt auch auf, daß im allgemeinen die größere Seilanlage mit stärkeren Leistungssteigerungen reagiert, wenn das VST erhöht wird (vergl. Verf. 1, 2, 3 und 7).

Bezüglich des Aufarbeitungsgrades ist festzuhalten, daß Vollbaumbringung bergauf im allgemeinen die niedrigsten Leistungen bei den Aufseilverfahren zeigt. Direkt vergleichbar sind nur V 1/1,5 t und V 5/2,5 t, wobei die Leistungen im Verhältnis 1:1,8 stehen. Unseres Erachtens ist dieser Unterschied zum größten Teil auf die geringe Vertrautheit der Mannschaft mit dem Arbeitsverfahren zurückzuführen. Ähnlich wie die ungewohnte Bergabbringung von Langholz niedrige Leistungen ergab, ist auch beim Vollbaumverfahren mit dickörtig angehängtem Holz ein geringeres Leistungsniveau zu erwarten als bei dem den Arbeitern vertrauteren Aufseilen von Rohschäften. Insbesondere waren verhältnismäßig niedrige Anhängelasten zu beobachten (dickörtig angehängte Bäume mit Ästen erwecken den Eindruck höherer Lasten gegenüber dünnörtigen Anhängen von Rohschäften). Wahrscheinlich spielt auch eine Rolle, daß Vollbäume beim seitlichen Zug durch den Bestand wegen der überall anstreifenden Äste größere Reibungswiderstände entwickeln.

Die großen Unterschiede zwischen den Verfahren 2 und 6 (rein selektive Entnahme) bzw. 3 und 7 (Selektion mit Gassenaufhieb) werden durch die höhere Zahl der angehängten Stücke und durch ein von vornherein höheres Leistungsniveau bei Rohschäften $>$ 14 m Länge bedingt. Letzteres ist vermutlich zurückzuführen auf:

- günstigere Geländebedingungen bei Verf. 6 und 7 (V 2/1,5 t und V 2/2,5 t: stark gegliedertes Gelände, und V 3/1,5 t: Blocküberlagerung);

- räumigere Bestände bei Altdurchforstungen, somit bessere Übersicht bei der Arbeit.

Als sehr leistungsfördernd erweist sich auch der Beizug mit dem Seilkranzugseil über Gassen (Verf. 3 und 7) gegenüber dem Beizug durch den Bestand (Verf. 2 und 6). Bei selektiven Eingriffen ohne Gassen müssen, von den Rückeschäden einmal ganz abgesehen, rd. 35 % Leistungseinbußen in Kauf genommen werden.

Eine den tatsächlichen Verhältnissen möglichst nahe kommende Vorstellung der Leistungsunterschiede vermittelt die Gegenüberstellung der Leistungen des URUS 2,5 t bei Kahlhieb mit 0,7 m^3(r) VST, bei Altdurchforstungen und bei Jungdurchforstungen mit 0,4 m^3(r) VST, letztere noch danach unterschieden, ob das Vorrücken mit RADIOTIR ausgeführt wird oder nicht. Es verhalten sich

$$V8 : V7 : V4 : V3 = 100 : 55 : 78 : 45.$$

Zur endgültigen Entscheidung reicht es jedoch nicht aus, nur die Leistungsdaten heranzuziehen, sondern es müssen auch die dabei anfallenden Kosten mitberücksichtigt werden. Einer abschließenden Wertung der Verfahren muß daher eine Analyse der Kosten vorausgehen.

4. Kosten

4.1 Kosten pro Stunde für Betriebsmittel und Personal

Seilkrananlagen vom Typ URUS befinden sich erst seit Ende der 60er Jahre im Einsatz. Ihre Zahl ist noch gering. In der Bundesrepublik Deutschland laufen seit 1971 zwei Exemplare. Weder die in der betrieblichen Buchführung gesammelten Daten noch die bisher veröffentlichten Berichte über URUS-Seilkräne reichen aus, um Nachkalkulationen anzustellen. Die Betriebsstundenkosten werden daher über eine "Vorkalkulation" hergeleitet, wobei die wenigen bisher vorliegenden Werte z.T. be-

rücksichtigt wurden.

Die Kalkulation wird nach dem in der Forstwirtschaft gebräuchlichen FAO-ECE-Schema (STREHLKE et al, 1970; KWF Band XII, 1971) in Anlage 31 durchgeführt. Hierzu ist folgendes zu erläutern:

1. Im Interesse einer rationellen Arbeitsgestaltung empfiehlt sich zusätzlich zum Seilkran ein Kombifahrzeug, das zum Personen- und Materialtransport verwendet wird und als Werkstattwagen bei kleineren Reparaturen und als Zufluchtsort bei Schlechtwetter dienen kann. Unserer Kalkulation liegt ein Gebrauchtwagen zugrunde.

2. In zwei Punkten weichen unsere Kalkulationsansätze von denen des FAO-ECE-Schemas ab:
   a) Unsere Kostenkalkulationen beziehen sich nicht auf die "Einsatzstunde" oder "Betriebsstunde", sondern auf die "Nutzungsstunde". Der Begriff "Betriebsstunde" ist gebräuchlich im internationalen Vergleich, er bezieht sich auf die Laufzeiten (Last- und Leerlauf) des Motors. Bei der Montage und Demontage eines Seilkranes läuft beispielsweise der Motor nur eine geringe Zeit, verglichen mit dem Gesamtzeitbedarf für Auf- und Abbau; das Betriebsmittel wird nach REFA mittelbar produktiv genutzt (BN). Wir verstehen in Anlehnung an REFA unter Nutzungsstunden sowohl die unmittelbar produktive (BH nach REFA) und mittelbar produktive (BN) Nutzung als auch die Unterbrechungen der Nutzung, die durch den Arbeitsablauf (BA) oder nicht durch den Arbeitsablauf (BS) bedingt sind; zu letzteren gehören u.a. Wartung, Reparaturen, Witterung etc.

   b) Üblich ist eine Verzinsungsbasis von f = 0,5, also der halbe Anschaffungspreis. Da hierbei aber der Zinseszins nicht erfaßt wird, ergeben sich zu niedrige Zinskosten. Eine Verwendung der Annuitätenformel kommt wegen der Kompliziertheit oft nicht in Frage. Daher wird neuerdings ein f = 0,6 (KUNZE, 1971) empfohlen. Die korrekte Verzinsungsbasis schwankt in Wirklichkeit

zwischen 0,55 und 0,70 je nach der Höhe der Anschaffungskosten. Unseren Rechnungen liegt ein f = 0,6 zugrunde.

3. Die Zinskosten werden über einen kalkulatorischen Zinsfuß von p = 0,08 hergeleitet.

4. Bei der Abschreibung wird vom Anschaffungspreis ausgegangen. Angesichts der hohen Preissteigerungsraten der letzten Jahre (ca. + 10 %/Jahr für KSK und Zubehör) wäre jedoch zu erwägen, den Wiederbeschaffungspreis zu verwenden.

5. Im Anschaffungspreis ist die MwSt. enthalten, da davon auszugehen ist, daß die Anlage in Eigenregie genutzt wird.

6. Die komplette Seilkrananlage soll bis zum Ende des Abschreibungszeitraumes genutzt werden; der dann noch verbleibende Restwert der verschiedenen Teile wird der Einfachheit halber mit den Anlieferungskosten gleichgesetzt. Daher werden bei unserer Kalkulation weder Restwert noch Anlieferungskosten berücksichtigt.

7. Die in Anlage 31 angesetzten Werte für die normale Nutzungsdauer (H) und Veraltungszeit beruhen auf Erfahrungen mit vergleichbaren Maschinen (STREHLKE et al 1970; KWF Band XII, 1971) und ersten Berichten über URUS-Seilkraneinsätze (BRABECK, 1972; SCHANTL, 1971). Genauere Daten liegen nicht vor.

8. Die angenommene jährliche Auslastung (j) von 1000 Std. entspricht rd. 125 Einsatztagen pro Jahr im Einschichtbetrieb. Bei den angenommenen Veraltungszeiträumen (N) stellt die jährl. Auslastung auch den Mindestwert dar, der zum Erreichen der Auslastungsschwelle (SW) notwendig ist. Eine geringere jährliche Auslastung hätte ein Veralten der Maschinen vor ihrer jeweiligen endgültigen Abschreibung zur Folge. Ein j von 1000 Std. ist mehrmals mit gleichen Anlagen in Österreich überschritten worden (BRABECK, 1972). Es wäre zu überlegen, ob teure Anlagen wie der URUS wenigstens im Sommer und Herbst im 11/2-2-Schichtbetrieb fahren sollten. Bei Seil- und Streckenaus-

rüstung sind keine Veraltungszeiträume angegeben, weil diese kaum einer Veraltung unterliegen und meistens vorher abgeschrieben sind.

9. Der Treibstoffverbrauch ist geringer als der üblich angegebene. Unser Wert beruht auf Erfahrungen, die im Forstamt Betzigau gemacht wurden. Der Treibstoffverbrauch bezieht sich auf beide Betriebsmittel, wobei die Motorlaufzeiten des Leichttransporters gering sind. Die Kosten für Schmiermittel werden wegen der notwendigen Pflege der Seile etwas höher als gewöhnlich veranschlagt. Wir gehen von 25 % der Treibstoffkosten aus.

10. Besonders schwierig ist eine realistische Ansprache der Reparaturkosten-Faktoren. Bisherige verfügbare Aufschreibungen lassen keine sicheren Schlußfolgerungen zu. Die Faktoren mußten gutachtlich unter Berücksichtigung vorliegender Erfahrungen angesetzt werden (KWF-Band XII, 1971, und Mitteilungen des FoA Betzigau). Beim Unimog wurde ein relativ niedriger Reparaturkostenfaktor (0,4) angesetzt, weil das Fahrzeug während der Seilbringung nicht stark beansprucht wird. Es kann für weitere 4 Jahre durchaus erneut einen Seilkran antreiben oder ggf. anderweitig in der Holzrückung eingesetzt werden. Einige Forstbetriebe in Österreich handhaben den UNIMOG folgendermaßen: ca. 4 Jahre Holzrückung und dann 4 - 6 Jahre als Trägerfahrzeug und Kraftmaschine für URUS-Seilanlagen (BRABECK, 1972).

11. Die Personalkosten basieren auf den tatsächlichen Lohnkosten der Seilpartie aus dem Forstamt Betzigau: Die Bedienungsmannschaft arbeitet im Zeitlohn und erhält einen technischen Zuschlag (TZ) in Höhe von 30 %; die Lohnnebenkosten betragen derzeit im Staatswald 131 % bei Zeitlohnarbeit, so daß eine Arbeiter-Stunde mit rd. 17,50 DM in die Kalkulation eingeht.
Im Gegensatz hierzu werden in Oberbayern Seilarbeiten grundsätzlich im Akkord vergeben, wobei die Lohnkosten nach den Durchschnittsverdiensten mit rd. 21,- DM/h (einschließlich LNK) zu kalkulieren sind.

12. Die Wartungskosten werden im Anhalt an das FAO-ECE-Schema mit 15 % des Maschinenführerlohnes veranschlagt.

13. Versicherungsprämien entfallen bei staatlichen Betrieben. Ein Risikobetrag muß jedoch einkalkuliert werden; wir haben ihn im Anhalt an gebräuchliche Versicherungsprämien mit 600,- DM/a veranschlagt.

14. Die Steuern bleiben außer Ansatz, weil es sich bei unserer Kalkulation um eine staatseigene Maschine handelt.

15. Der Verwaltungskostenzuschlag wird mit 5 % angesetzt. Dieser Wert ist niedriger als gewöhnlich, weil Garagen und Versicherungskosten schon separat in die Rechnung eingingen.

16. Ein Zuschlag für Wagnis und Gewinn wird beim Staatsbetrieb nicht berücksichtigt.

Die Herleitung der Stundenkosten ist aus Anlage 32 ersichtlich. In beiden Fällen ist eine Tragseilverlängerung auf 400 m unterstellt und die Verwendung des Leichttransporters eingeschlossen. Die Aufteilung in unveränderliche, bedingt veränderliche, voll veränderliche Sachkosten, Personalkosten und Verwaltungskosten ist aus der nachstehenden Übersicht zu entnehmen.

Erläuterungen	URUS 300-1,5 t		URUS 300-2,5 t	
	DM/h	%-Anteil	DM/h	%-Anteil
unveränd. Kosten	7,53	8	9,42	8
bed. veränd. Kosten	33,19	34	44,92	40
voll veränd. Kosten	2,56	2	2,88	3
Sa. Sachkosten	43,28	44	57,22	51
Sa. Personalkosten	55,13	56	55,13	49
Sa. unmittelb. Kosten	98,41	100	112,34	100
Verwaltungskosten	4,92	-	5,62	-
Gesamtkosten	103,33	-	117,96	-

Für URUS 300-1,5 t errechnet sich ein Betrag von 103,33 DM/h, für URUS 300-2,5 t ein solcher von 117,96 DM/h.

Um den Personalkostenanteil und damit den Mechanisierungseffekt der Bringung mit URUS beurteilen zu können, muß man sich vergegenwärtigen, daß i.D. aller Arbeiten in der mitteleuropäischen Forstwirtschaft die Personalkosten 70 - 80 % der Gesamtkosten betragen. Bei Seilbringung mit den bislang im bayerischen Gebirgswald gebräuchlichen HUBER-WINDEN schwankte der Personalkostenanteil 1974 zwischen 64 % und 81 % (TIMINGER, 1971). Bei Knickschlepperbringung in Ein-Mann-Arbeit beläuft er sich auf 30 bis 40 %, bei Zwei-Mann-Arbeit auf 45 - 55 %. Die URUS-Bringung liegt also mit 56 % bzw. 49 % Personalkostenanteil noch deutlich über der Bringung mit Knickschlepper in Ein-Mann-Arbeit, aber etwa genauso hoch wie Knickschlepperbringung in Zwei-Mann-Arbeit. Insgesamt gesehen ist der Lohnkostenanteil bei URUS-Bringung mit rd. 50 % und darüber als hoch einzustufen; das Verfahren ist verhältnismäßig stark anfällig gegenüber Lohnkostensteigerungen, der Mechanisierungseffekt damit vergleichsweise gering. Gegenüber den bisher gebräuchlichen HUBER-Winden ist jedoch ein deutlicher Fortschritt zu verzeichnen. Schließlich sei darauf hingewiesen, daß das Treiben als weitere Bringungsalternative zu nahezu 100 % aus Lohnkosten besteht.

Es fällt auf, daß die Gesamtkosten je NStd. für beide URUS-Typen sich nur gering voneinander unterscheiden, obwohl die Anschaffungskosten der Seilanlagen um 56 % differieren (106.222 DM gegenüber 68.020 DM). Dies ist dadurch bedingt, daß die beiden Unimog-Typen etwa gleich teuer sind, in beiden Fällen derselbe Leichttransporter verwendet wird und schließlich die Personalkosten mit einem verhältnismäßig hohen Anteil unabhängig vom eingesetzten URUS-Typ mit derselben Summe in die Rechnung eingehen.

Da der URUS-Seilkran i.d.R. von den Forststraßen aus arbeitet, steht meistens nur wenig Platz für die Ablage des Holzes zur Verfügung. Deshalb muß für das Verstreifen und Gantern des aufgeseilten Holzes ein Schlepper (landwirtschaftlicher Allradschlepper) angemietet werden. Die Stundenkosten einschließlich Fahrerlohn betragen derzeit rund DM 24,-. Dieser Betrag ist den bisher angegebenen Stundensätzen für die beiden URUS-

Anlagen noch hinzuzurechnen, so daß sich im Endeffekt die Stundensätze auf DM 127,33 bzw. 141,96 belaufen.

Wird das Vorrücken des Holzes zur Trasse nicht mit dem seitlich ausgezogenen Zugseil des URUS ausgeführt, sondern hierfür eine eigene - in unserem Falle funkgesteuerte - Kleinseilwinde (RADIOTIR) verwendet, müssen auch ihre Stundenkosten bei der Kalkulation der Gesamtkosten berücksichtigt werden. Sie betragen rund DM 25,-/h (STITZINGER und PLETTENBERG [1]).

4.2 Kosten je Leistungseinheit

Die Kosten pro Leistungseinheit (DM pro m^3(r)) werden - bei gegebenen Kosten pro Zeiteinheit - von der Leistung pro Zeiteinheit bestimmt. Letztere wird im vorliegenden Falle von den Variablen TE, BE und VL beeinflußt, wobei VL mit VST korreliert ist. Kostenvergleiche zwischen den verschiedenen Verfahren sind daher nur sinnvoll, wenn bezüglich dieser Variablen vom gleichen Niveau ausgegangen wird. Wie bei dem Leistungsvergleich auf der Basis RAZ (Abschnitt 3.7.3) wählten wir für die Kostenermittlung bei allen Verfahren eine mittlere TE von 100 m, eine mittlere BE von 15 m und ein mittleres VST von jeweils 0,1 m^3(r) und 0,4 m^3(r). Aus bereits erwähnten verfahrensspezifischen Gründen mußten bei den Verfahren 4, 6, 7 und 8 gewisse Ausnahmen gemacht werden.

Die Kosten pro m^3(r) werden über die Leistungs-GAZ ermittelt: Stundenkosten des Betriebsmittels geteilt durch Leistung-GAZ.

Über die Regressionen der Leistung auf Basis RAZ aus Tab. 21 und einem Zuschlag für AZ wird die Leistung-GAZ berechnet. Ihre Ableitung erfolgt über die Formel

$$L_{GAZ} = \frac{60 - AZ}{60} \cdot L_{RAZ} \qquad (L_{RAZ} \text{ aus Tab. 21})$$

---

1) Arbeit befindet sich im Druck

In Kap. 3.4.2 berechneten wir für alle Verfahren im Mittel einen AZ-Bedarf von 17.3 min pro Arbeitsstunde. Daraus ergibt sich ein Reduktionsfaktor für die jeweiligen RAZ-Werte (Tab. 21) von: 60 - 17,3/60 = 0,71, so daß sich die Leistung-GAZ aus:

$$L_{GAZ} = 0{,}71 \cdot L_{RAZ}$$

herleiten läßt.

Bei Verfahren 4 beinhalten die Kosten für die Seilbringung auch jene für das Vorrücken durch RADIOTIR, und zwar sind zu den URUS-Kosten je m^3(r) rd. 5 DM bei $\overline{VST}$ 0,4 m^3(r) und 8 DM bei $\overline{VST}$ 0,1 m^3(r) hinzuzurechnen (STITZINGER, PLETTENBERG [1]).

4.3 Kostenvergleich für die verschiedenen Verfahren

Unter den vorgenannten Einschränkungen werden in Tab. 26 die Kosten für die Seilbringung bei den verschiedenen Verfahren zusammengestellt. Nicht enthalten sind die Kosten für die Materialanfuhr und den Auf- und Abbau der Seilanlage. Die Werte in Spalte 6 beziehen sich auf die reinen Seilbringungskosten, die für den Transport vom Stock bis zur Straße anfallen. Die Kosten in Spalte 7 hingegen beinhalten auch Verstreifen und Gantern und erfassen damit alle Transportarbeiten vom Stock bis zum verkaufsgerechten Polder (Ganter).

Bei Verfahren 8 wählten wir zusätzlich zu einem $\overline{VST}$ von 0,4 m^3(r)/Stck. ein $\overline{VST}$ von 0,7 m^3(r)/Stck., um die Verhältnisse in Endnutzungshieben darzustellen. Die Werte bei einem $\overline{VST}$ von 0,4 m^3(r) sollen lediglich zeigen, daß die Kosten in der Endnutzung auch unter Gleichschaltung der Einflußfaktoren i.d.R. geringer sind als bei Durchforstungen. Wenn die Kosten in Endnutzungshieben bei $\overline{VST}$ 0,7 m^3(r)/Stck. mit denen aus Durchforstungen verglichen werden, ergibt sich ein Verhältnis von ca. 1:2 im Falle von Altdurchforstungen ($\overline{VST}$ 0,4 m^3/Stck) und ca. 1:4 im Falle von Jungdurchforstungen

---

1) Arbeit befindet sich im Druck

Tab.26

Kostenvergleich für Verfahren und Varianten

TE : 100 m BE : 15 m

Verf. Nr.	Variante	$\overline{VST}$ m^3(r)/Stck	$\overline{VL}$ m^3(r)/L	Leistung-GAZ b.Seilarbeit m^3(r)/h	Kosten Stock-Straße DM/m^3(r)	Kosten Stock-Sammler DM/m^3(r)
1	2	3	4	5	6	7
1	1,5 t	0,1	0,27	2,10	49,20	60,65
		0,4	0,62	4,42	23,38	28,81
	2,5 t	0,1	0,57	3,82	30,88	37,16
		0,4	1,16	7,14	16,52	19,88
2	1,5 t	0,1	0,32	2,26	45,72	56,34
		0,4	0,55	3,62	28,54	35,17
	2,5 t	0,1	0,73	3,46	34,09	41,03
		0,4	1,29	6,13	19,24	23,16
3	1,5 t	0,1	0,65	3,51	29,44	36,28
		0,4	0,89	4,68	22,08	27,21
	2,5 t	0,1	0,66	3,39	34,80	41,88
		0,4	1,52	7,70	15,32	18,44
4	2,5 t	0,1	0,87	6,33	26,64[1]	30,43
		0,4	2,13	13,23	13,92[4]	15,73
5	1,5 t	0,1	0,51	4,50	22,96	28,30
		0,4	1,00	7,37	14,02	17,28
6	1,5 t	0,4	0,85	5,99	17,25	21,26
7	1,5 t	0,4	1,04	6,45	16,02	19,74
	2,5 t	0,4	1,85	9.39	12,56	15,12
8	2,5 t	0,4	1,90	(12,71)[2]	(9,28)[2]	(11,17)[2]
		0,7	2,51	17,03	6,93	8,34
9	1,5 t	0,1	0,30	1,96	55,72	64,96
		0,4	0,73	4,71	21,94	27,03

1) Verfahren 4: $\overline{BE}$ = 5 m

2) Blöcher aus Endnutzungshieben haben in der Regel ein $\overline{VST}$ 0,4 m^3 (r) o.R., daher ist der Wert nicht direkt vergleichbar. $\overline{VST}$ lag bei Verfahren 8 bei 0,72 m^3 (r)/Stück.

3) Kosten für Seilbringung + 8,- DM/m^3(r) für Vorrücken (Radiotir)

4) " " " + 5,- DM/m^3(r) " " (")

Kosten pro Stunde:

URUS 1,5 t: 103,33 DM + Schlepper: 24,- DM = i.G. 127,33 DM

URUS 2,5 t: 117,96 DM + Schlepper: 24,- DM = i.G. 141,96 DM

($\overline{VST}$ 0,1 m^3(r)/Stck.).

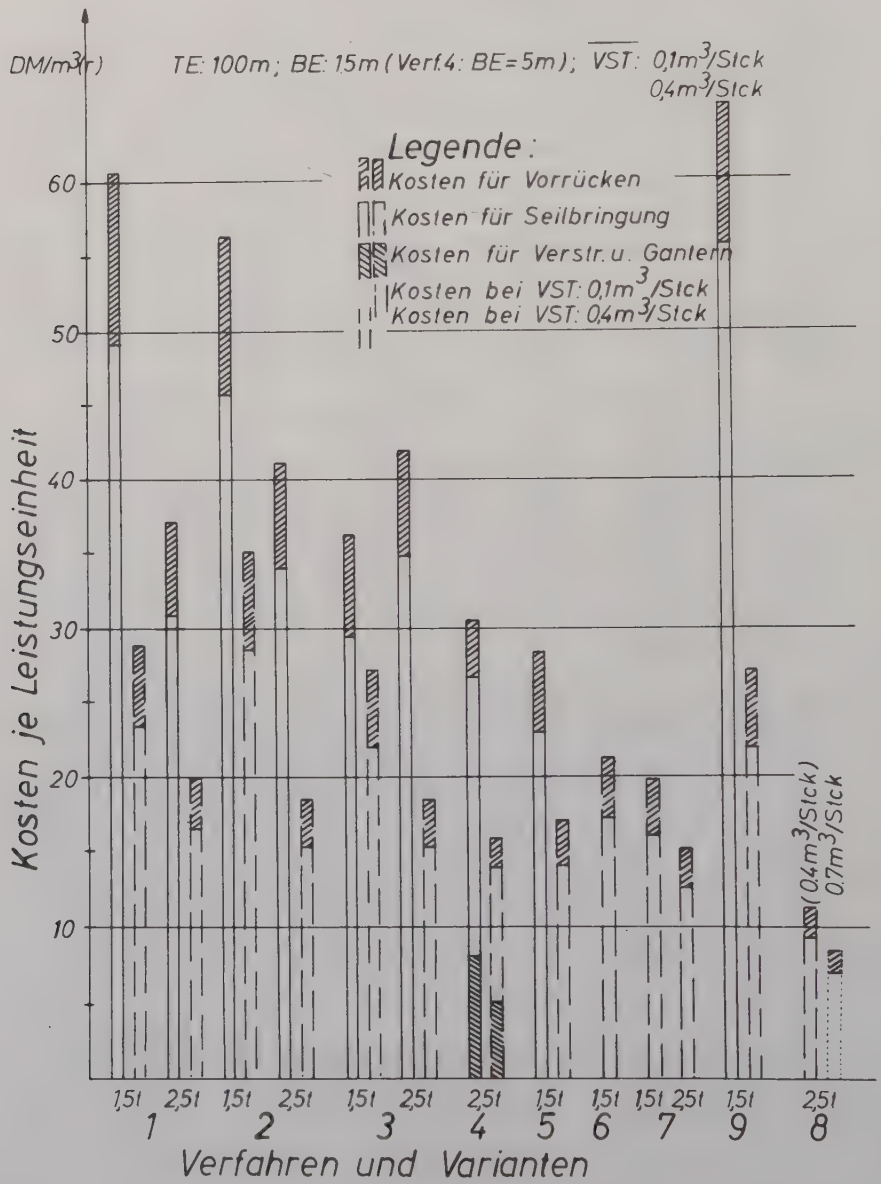
Abb. 33 verdeutlicht die Unterschiede zwischen den verschiedenen Verfahren. Sieht man von Verfahren 8 ab, so erweist sich mit 60,63 DM/m^3(r) die Bergabbringung von Rohschäften < 14 m bei Selektion mit Gassenaufhieb und einem Stückvolumen von 0,1 m^3(r) (V 9/1,5 t) als das teuerste Verfahren. Am günstigsten schneidet mit 15,12 DM/m^3(r) die Bergaufbringung von Rohschäften > 14 m aus selektiven Eingriffen mit Gassenaufhieb und einem Stückvolumen von 0,4 m^3(r) ab. Der große Einfluß des mittleren Stückvolumens macht sich besonders bei Verfahren 9 bemerkbar: Hier stehen die Kosten bei einem $\overline{VST}$ von 0,4 m^3(r) und bei einem $\overline{VST}$ von 0,1 m^3(r) im Verhältnis 42:100. Die Erhöhung des $\overline{VST}$ von 0,1 auf 0,4 m^3(r)/Stck. ergibt folgende durchschnittliche Kostensenkungen:

- für die Verfahren 1 - 5 und 9 von rd. 45 %,
- bei Vollbaum (Verf. 1) von rd. 50 %,
- bei Rohschaft < 14 m (Verf. 2, 3 und 5) von rd. 40 %,
- bei Rohschaft < 14 m vorgr. (Verf. 4) von rd. 48 %,
- bei Bergabbringung (R < 14 m) (Verf. 9) von rd. 58 %.

Bei den Verfahren 6, 7 und 8 entfällt der Vergleich, weil bei Altdurchforstungen ein mittlerer VST-Wert von 0,1 m^3(r)/Stck. nicht vorkommt.

Zwar sind die Unterschiede in den Kosten pro m^3(r) für gesicherte Aussagen oft zu gering. Dennoch soll zur Veranschaulichung des Einflusses von VST eine Rangfolge aufgestellt werden, wobei für $\overline{VST}$ 0,1 m^3(r) das Verfahren V 9/1,5 t, für $\overline{VST}$ 0,4 m^3(r) das Verfahren V 2/1,5 t gleich 100 % gesetzt werden:

Abb. 33 Kostenvergleich für Verfahren und Varianten



$\overline{VST}$ 0,1 m^3(r)	
V 9/1,5 t :	100
V 1/1,5 t :	93
V 2/1,5 t :	87
V 3/2,5 t :	64
V 2/2,5 t :	63
V 1/2,5 t :	57
V 3/1,5 t :	56
V 4/2,5 t :	47
V 5/1,5 t :	44

$\overline{VST}$ 0,4 m^3(r)	
V 2/1,5 t :	100
V 1/1,5 t :	82
V 3/1,5 t :	77
V 9/1,5 t :	77
V 2/2,5 t :	66
V 6/1,5 t :	60
V 1/2,5 t :	57
V 7/1,5 t :	56
V 3/2,5 t :	52
V 5/1,5 t :	49
V 4/2,5 t :	45
V 7/2,5 t :	43

Der aus dieser Übersicht feststellbare Trend, nämlich sinkende Kosten mit steigendem Aufarbeitungsgrad und zunehmender Stücklänge, ist auf die Zunahme des Volumens pro Last (VL) zurückzuführen: bei Vollbaumbringung ist bei gleichem VST die Stückzahl geringer als bei den Rohschaftverfahren; die Kosten/m^3 sind bei den Rohschaftverfahren mit Schäften unter 14 m (Nr. 2 und 3) höher als bei den Verfahren mit Schäften über 14 m (Nr. 6 und 7).

Mit Ausnahme von V 3/2,5 t ist der größere Seilkran kostengünstiger als der URUS 1,5 t. Die Kostenunterschiede zwischen den beiden Seilanlagen betragen je nach Verfahren 23 bis 39 %, wobei die größten Schwankungen bei einem VST von 0,1 m^3(r) auftreten.

Neben dem Einfluß der Stücklänge, als Weiser für das Bestandesalter, sowie des Aufarbeitungsgrades und der Seilkrangröße, ist aus Abb. 33 bei konstantem $\overline{VST}$ auch jener der Eingriffsart auf die Bringungskosten zu ersehen. Mit zunehmender Schematisierung der Durchforstung nehmen, mit Ausnahme von V 3/2,5 t, die Kosten/m^3(r) ab: Sie liegen am höchsten bei rein selektiven Eingriffen, am niedrigsten bei Gassendurchforstung. Die Kombination beider Eingriffsarten liegt kostenmäßig zwischen den beiden Extremen. Der Grund für die Ver-

ringerung der Kosten je Leistungseinheit mit zunehmender Schematisierung liegt zum einen an den abnehmenden Schwierigkeiten beim Beiziehen und zum anderen an den jeweils größeren Lasten. Die Varianten 5/1,5 t, 3/1,5 t und 2/1,5 t stehen im Verhältnis wie 100 : 128 : 199 bei $\overline{VST}$ von 0,1 m^3 und wie 100 : 157 : 204 bei $\overline{VST}$ von 0,4 m^3.

Bei beiden Stückvolumina ist die Rohschaftbringung bergauf mit Vorrücken durch RADIOTIR die jeweils zweitgünstigste Alternative. Die Unterschiede zu dem billigsten Verfahren belaufen sich nur auf 8 % bei $\overline{VST}$ 0,1 m^3(r) (V 5/1,5 t) bzw. 4 % bei $\overline{VST}$ 0,4 m^3(r) (V 7/2,5 t). Die Kosten für das Vorrücken betragen 26 % bzw. 32 % der Gesamtkosten; auf das Verstreifen und Gantern (bei 1 Schlepper) entfallen rd. 12 % der Transportkosten vom Stock bis zum Ganter.

Neben dem Kostenvergleich der verschiedenen URUS-Verfahren untereinander interessiert auch die Gegenüberstellung der Kosten pro m^3(r) bei URUS-Bringung mit den anderen gebräuchlichen Bringungsverfahren im Bergwald. Vergleichskalkulationen der Bringungskosten (einschl. Gantern) für konkrete Beispiele aus der Praxis (STÖHR, 1974) ergaben folgendes Bild:

Knick-Schlepper	22,-	DM/m^3(r)
Treiben	25,-	"
URUS mit Vorrückung durch RADIOTIR	31,-	"
Halbstationärer Seilkran (HUBER)	41,-	"

Gemessen an den direkten Kosten/m^3(r), schneidet die Seilbringung ungünstiger ab als Treiben bzw. Schlepperbringung. URUS-Einsatz vermag jedoch die Seilbringungskosten gegenüber den bislang üblichen Seilanlagen nennenswert zu senken. Auf die nicht unmittelbar in Geld ausgedrückten Vorteile der Seilbringung gegenüber Treiben und Schleppereinsatz, die bei einer solchen Gegenüberstellung nicht zum Ausdruck kommen, soll a.a. Stelle eingegangen werden. Hier mag der Hinweis genügen, daß eine rein monetäre Betrachtungsweise allein nicht ausreicht, um die Wertigkeit der Verfahren gesamthaft zu beurteilen (HÄBERLE, 1973; TIMINGER, 1974).

5. Vorausschätzung von Zeitbedarf, Leistung und Kosten

5.1 Grundlagen für die Schätzung

Bei der Vorausschätzung von Zeitbedarf und Kosten bildet jeweils eine Aufstellung und damit die erfaßte Fläche die Einheit, für die die gewünschten Werte i.D. hergeleitet werden. Um hinlänglich genaue Zahlen herleiten zu können, ist vorab zu entscheiden, welches Verfahren und welcher URUS-Typ verwendet werden soll. Die Frage, ob mit RADIOTIR oder mit dem Seilkran vorzurücken sei, ist über Vergleichskalkulationen abzuklären.

Zur Vorausschätzung werden im einzelnen benötigt:

1) Entfernung für Materialantransport (KM),
2) Größe der Durchforstungsfläche der Aufstellung (ha),
3) Holzanfall pro Aufstellung (m^3(r)), eventuell Anteil des Einzugsbereiches aus dem der Schlepper das Holz direkt an die Straße zieht,
4) Mittleres Stückvolumen pro Aufstellung ($\overline{VST}$) (m^3(r)/Stck),
5) Mittleres Volumen pro Last ($\overline{VL}$) (m^3(r)/L),
6) Trassenlänge der Aufstellung (TL),
7) Mittlere Transportentfernung ($\overline{TE}$) (m),
8) Mittlere Beizugsentfernung ($\overline{BE}$) (m),
9) Zu erwartender AZ-Anteil,
10) Lageplan der Aufstellung mit Trasse und Beizugsgassen, ggf. auch Längenprofil (zur Ermittlung von: Entfernungen, Grenze des Schlepper-Einzugsbereichs, Gefälls-%, besondere Schwierigkeiten bei Auf- und Abbau oder beim Seilbetrieb).

Die Schätzung der Anfahrtsentfernung vom Stand der Maschine zum vorgesehenen Einsatzort ist problemlos und im Gegensatz zu den restlichen Einflußgrößen kaum von Belang für den Gesamtzeitbedarf einer Aufstellung. Die hierfür aufzuwendende Zeit kann im Anhalt an Abb. 8 ermittelt werden.

Der Holzanfall pro Aufstellung hat dagegen erhebliche Bedeutung für die Leistung, da der Zeitaufwand für Auf- und Abbau einer Anlage bei gegebener TL fix ist, unabhängig von der

Holzmenge. Damit wird aber im vorhinein eine wesentliche Entscheidung bei der Fixkostenbelastung pro m^3(r) geseilten Holzes gefällt. Der Holzanfall pro Aufstellung kann ermittelt werden über die Kluppung des ausscheidenden Bestandes beim Auszeichnen oder über die Multiplikation der Teilflächen für Trasse, Gassen und restl. Bestand mit den jeweiligen Eingriffsstärken für Trasse (100 %), Gassen (100 %), Bestand (z.B. 15 % des Vorrats) und mit dem aufstockenden Vorrat (Efm o.R./ha).

Wie in Abschnitt 3.7.2 schon erwähnt wurde, bestimmt VST die Höhe von VL und damit in erheblichem Maße Leistung und Kosten. Zur Ermittlung von $\overline{VL}$ können Tab. 24 oder Abb. 23 herangezogen werden.

Die Trassenlänge (TL) entspricht jeweils der Entfernung zwischen Tragseilrollenmast und Entladestelle, letztere korrespondiert meistens mit der Mitte der Forststraße bzw. mit deren zur Tragseiltrasse hin liegenden Bankett.

Die mittlere TL entspricht meistens nicht TL/2, denn entscheidend für die Schätzung von TE ist der Schwerpunkt des Holzanfalles auf der Fläche. Außerdem ist der Einzugsbereich des Schleppers zu berücksichtigen; i.d.R. wird das Holz auf der Trasse bis zu einer Entfernung von 1 - 2 Stammlängen vom Schlepper direkt gerückt (s. Abb. 34). Damit erhöht sich die mittlere TE um die Hälfte der jeweiligen Entfernung (ca. 5 - 10 m).

Im Gegensatz zur relativ einfachen $\overline{TE}$ - Vorausberechnung muß zur Gewährleistung korrekter Leistungsschätzungen eine genaue und damit schwierigere Ermittlung der mittleren Beiziehentfernung zum Tragseil erfolgen, da letztere je nach Durchforstungsverfahren mehr oder minder starken Einfluß auf den Zeitbedarf hat. Erstens ist eine Gewichtung der $\overline{BE}$ mit dem über die Trasse, die Gassen und den restlichen Bestand verteilten Holz notwendig und zweitens ist die durchschnittliche Gassenlänge einer Aufstellung von Bedeutung. Letztere hängt aber in entscheidendem Maße ab vom Trassenabstand und dem Winkel, mit dem die Gassen in die Trasse münden. Zur Ermittlung der Gassenlänge verwenden wir einen Korrekturfaktor Q; er beträgt

bei einem Winkel von 45° = 1,41 und bei 30° = 2,0.

5.2 Vorgehen

Das Vorgehen bei der Vorausschätzung wird anhand eines Beispiels in verschiedenen Schritten erläutert, deren Teilergebnisse am Schluß zusammengefaßt werden. Das Beispiel bezieh sich auf eine Durchforstung eines jungen Fi-Bestandes mit URUS-Seilkran Typ 300-2,5 t, bei der die Vorrückung alternativ mit Seilkranzugseil oder RADIOTIR-Winde ausgeführt wird.

5.2.1 Eingangsdaten

a) Bestand:
- 100 % Fi, 40j., Bon. II Wiedemann,
- Vorrat: 200 Efm o.R./ha, bisher ungepflegt,
- mittl. BHD: 13,5 cm,
- Mittelhöhe: 12 m,
- Verwertbare Stammlänge i.D.: 8 m,
- mittl. Stückvolumen: 0,07 m^3(r) o.R.

b) Fläche der Aufstellung: (Tiefe x Breite)
330 m x 80 m = 2,64 ha (s. Abb. 34)
(Die vom Endmast der Trasse ausgehenden Gassen erschließen einen Bereich von zusätzlich 30 m; TL = 300 m + 30 = 330 m)

c) Durchforstungsverfahren:
Bringung bergauf, Rohschaft $<$ 14 m, selektive Entnahme mit Gassenaufhieb
(Einmündungswinkel d. Gassen 45°)

d) Eingriffsstärke:
- auf Trasse und Gassen Totalentnahme,
- im Bestand 30 m^3(r) o.R./ha

e) Seilkrantyp:
URUS 300 - 2,5 t (m. Tragseilverlängerung, Reichweite: 400 m)
Stundensatz: 118,- DM/Nstd.

f) Schlepper: Allrad-Forstschlepper (Anmietung von Unternehmer)
Stundensatz: 24,- DM/Nstd.

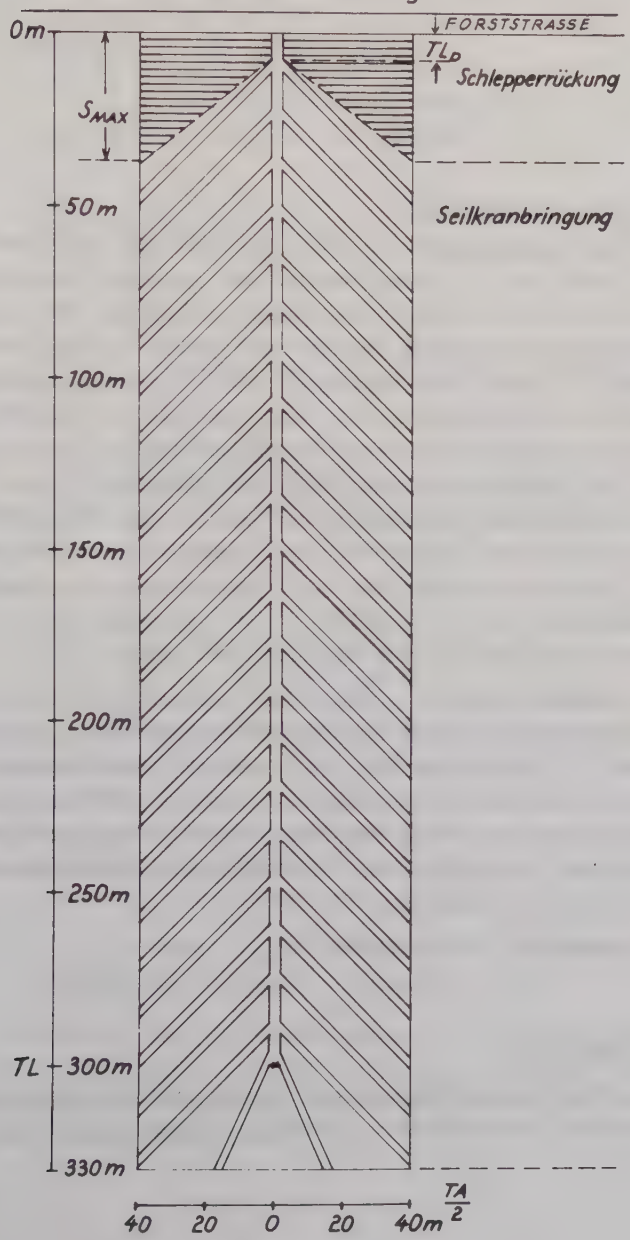
5.2.2 Herleitung des Holzanfalls

Die in Abb. 34 für den direkten Beizug mit Schlepper vorgesehene Fläche wird bei dieser Kalkulation der Einfachheit halber dem Seilkran zugerechnet, denn bei einer selektiven Entnahme von ca. 30 m^3(r)o.R./ha fallen lediglich 5,5 m^3(r) o.R. auf diesem Teil der Fläche an.

Fläche i.G.	(F)	= 330 m · 80 m = 2,64 ha
Trassenlänge	(TL)	= 330 m - 30 m = 300 m
Trassenbreite	(TB)	= 3 m
Fläche der Trasse	(F_T)	= 300 m · 3 m = 0,09 ha
Trassenabstand	(TA)	= 80 m
Winkelgasse zu Trasse	(α)	= 45°
Korrekturfaktor für Gassenlänge (b. Winkel von 45°)	(Q)	= 1,41
Gassenlänge	(GL)	= $\frac{TA-TB}{2} \cdot Q = \frac{80-3}{2} \cdot 1,41 = 54,3$ m
Gassenbreite	(GB)	= 2 m
Zahl der Gassen	(N)	= 42 Gassen: 54,3 m lang u. 2m breit
		2 Gassen: 35,0 m lang u. 2m breit
		44 Gassen (s. Abb. 34)
Fläche der Gassen	(F_G)	= L · B · N
		= (54,3 · 2 · 42)+(35,0 · 2)= 0,47 ha
Fläche des restl. Bestandes	(F_B)	= F - (F_T+F_G)
		= 2,64 - (0,09 + 0,47) = 2,08 ha
Vorrat (nach Ertragstafel)	(Vo)	= 200 m^3(r) o.R./ha
Mittl. Stammlänge	$\overline{(SL)}$	= 8 m
Mittl. Stückvolumen	$\overline{(VST)}$	= 0,07 m^3(r) o.R.
Holzanfall auf Trasse	(M_T)	= F_T · Vo (Trassenaufhieb
		= 0,09 ha · 200 m^3/ha = 18 m^3(r)o.R.
Holzanfall an Gassen	(M_G)	= F_G · Vo (Gassenaufhieb)
		= 0,47 ha·200 m^3/ha=94,02m^3(r)o.R.
Holzanfall i.Bestand	(M_B)	= F_B ·Eingriffsstärke(30m^3(r)o.R./ha)
Holzanfall i.G.	(M)	= M_T + M_G + M_B
		= 18,0 + 94,02 + 62,40=174,42m^3(r)o.R.

Abb. 34

Modellaufstellung: Fi 40j., II WIED., 200 m³(r)/ha
Erstdurchforstung



5.2.3 Antransport des Materials

Wir unterstellen eine Anfahrtsstrecke von rd. 0,5 km. Nach Abb. 8 entspricht dies einem Zeitbedarf von ca. 12 Minuten. Bei einem Stundensatz von rd. 118 DM kostet der Antransport, umgelegt auf den gesamten Holzanfall 0,14 DM/m^3(r).

Teilergebnis A: Zeitbedarf (Z_A) : 0,20 h
Kosten (K_A) : 0,14 DM/m^3(r)

5.2.4 Montage und Demontage

Für die Zeitbedarfsschätzung der Montage- und Demontagearbeiten gibt Tab. 11 einen Anhalt. Bei unseren Untersuchungen lag i.D. eine 3,5 Mann-Seilpartie zugrunde, die zumeist keine oder wenig Erfahrung im Auf- und Abbau von Mobilseilkranen besaß. Im Laufe der Versuche konnte aber festgestellt werden, daß auch 3-Mann-Partien in der Lage waren, die Arbeiten ohne weitere Hilfe und sogar in kürzerer Zeit zu erledigen. Dies und die hohen Wartezeiten des Personals bei 4-Mann-Partien sprechen gegen letztere. Daher ist es ohne weiteres vertretbar, mit einer 3-Mann-Partie zu kalkulieren. Der Zeitbedarf für Montage und Demontage ist demzufolge bei eingeübter Mannschaft aus Tab. 11, Spalte 3, zu entnehmen. Bei nicht eingeübten Seilpartien gibt Abb. 9 einen Anhalt.

In unserem Beispiel beträgt die Trassenlänge (TL) rd. 3oo m. Bei eingeübter Mannschaft bedeutet dies einen Zeitbedarf (Tab. 11, Sp. 3) von rd. 10,52 NStd. (Maschinenzeit). Bei einem konstanten Stundensatz (gleich, ob Motor steht oder läuft) von rd. 118,- DM/NStd. (URUS 2,5 t) und einem Holzanfall von 174,42 m^3(r)o.R., beträgt die Fixkostenbelastung für Montage und Demontage 7,12 DM/m^3(r).

Teilergebnis M: Zeitbedarf (Z_M) : 10,52 h
Kosten (K_M) : 7,12 DM/m^3(r).

5.2.5 Seilbetrieb

Für die Vorausschätzung sind neben Seilkrantyp, Bringungsrichtung, Eingriffsart, Aufarbeitungsgrad und Art der Vor-

rückung von Bedeutung die Variablen TE, BE und VL (als abgeleitete Größe von VST). Der Berechnung liegen die Leistungskurven in den Abb. 26 und 27 zugrunde.

(1) Herleitung von $\overline{TE}$, $\overline{BE}$ und $\overline{VL}$:

- Mittlere Transportentfernung ($\overline{TE}$) des Seilkranes:

$$\overline{TE} = \frac{TL+\overline{SL}}{2} \cdot 0{,}93^{1)} = \frac{300m+8m}{2} \cdot 0{,}93 = 143{,}22 \text{ m}$$

- Mittlere Beizugsentfernung ($\overline{BE}$) des Seilkranes:

a) bei Vorrückung mit Seilkranzugseil:

$$\overline{BE} = \frac{\frac{(\frac{TA}{2}) \cdot Q - \overline{SL})}{2} \cdot (M_G + M_B) + 0{,}5 \cdot M_T}{M_S}$$

$$\overline{BE} = \frac{\frac{\frac{80m}{2} \cdot 1{,}41 - 8m}{2} \cdot (94{,}02m^3 + 62{,}42m^3) + 0{,}5m \cdot 18{,}00m^3}{174{,}42 \text{ m}^3}$$

$$= 21{,}75 \text{ m}$$

b) bei Vorrückung mit RADIOTIR-Winde:
$\overline{BE}$ ca. 5 m (Erfahrungswert)

- Das mittlere Volumen pro Last ($\overline{VL}$) ist zu entnehmen aus Tab. 24; $\overline{VL}$ wird von $\overline{VST}$ bestimmt;
Bei $\overline{VST}$ von 0,07 m^3(r)/Stck:
Vorrückung Seilkran: $\overline{VL}$ (Variante 3/2,5 t) = 0,56 m^3/L
Vorrückung RADIOTIR: $\overline{VL}$ (Variante 4/2,5 t) = 0,68 m^3/L

---

1) Reduktionsfaktor (Erfahrungswert) für den geringeren Holzanfall unterhalb des Endmastes: kleinerer Einzugsbereich → kürzere Gassen → weniger Holz → weniger Fahrten am Ende der Trasse.

(2) Herleitung von Zeitbedarf und Kosten (Z_S, $\overline{K}_S$):
Der Herleitung des Zeitbedarfs liegen die Richtwerttabellen in Anlage 25 und 26 oder die Abb. 26 und 27 für die Verfahren 3 bzw. 4 zugrunde.

- Bei einer $\overline{TE}$ von rd. 143 m, $\overline{BE}$ von rd. 22 m und $\overline{VL}$ von 0,56 m^3/L ist eine Leistung-RAZ von ca. 3,45 m^3(r)/h zu erwarten. Zur Berechnung der Leistung auf der Basis GAZ verwenden wir die bereits erwähnte Formel

$$L_{GAZ} = \frac{60 - AZ}{60} \cdot L_{RAZ}$$

$$= \frac{60 - 17,3}{60} \cdot 3,45 \ m^3(r)/h$$

$$= 0,71 \cdot 3,45 \ m^3(r)/h$$

$$= 2,46 \ m^3(r)/h$$

Aus dem zu seilenden Holzanfall und der Leistung-GAZ läßt sich nun der Zeitbedarf für den gesamten Seilbetrieb ableiten.

$$Z_S = \frac{M \text{ (Holzanfall)}}{L_{GAZ} \text{ (Leistung)}} = \frac{174,42}{2,46} = 70,90 \ h$$

Die Kosten pro m^3(r) geseilten Holzes ($\overline{K}_S$) errechnen sich aus dem Stundensatz (k_S) des URUS 2,5 t und der Leistung GAZ (L_{GAZ}).

$$\overline{K}_S = \frac{k_S}{L_{GAZ}} = \frac{118}{2,46} = 47,97 \ DM/m^3(r)$$

Wird das Holz mit RADIOTIR im Zuge der Fällung und unabhängig vom Seilkraneinsatz zur Trasse vorgerückt und dann mit Seilkran bis zur Forststraße aufgeseilt (Verf.4) ergibt sich folgender Rechengang:

Vorgerücktes Volumen: 140 m^3 (der Rest liegt auf der Trasse oder in unmittelbarer Nähe derselben und braucht demzufolge nicht vorgerückt zu werden).

Kosten/m^3 für Vorrückung ($\overline{K}_R$) bei einer mittleren Beizugentfernung ($\overline{BE}$) von 24 m: 8,75 DM/m^3(r) [1].

Der Zeitbedarf für den Seilbetrieb bei vorgerückten Lasten beträgt bei $\overline{TE}$ 143 m, $\overline{BE}$ 5 m und $\overline{VL}$ 0,68 m^3/L:

$$\overline{L}_{RAZ} = 5{,}98\ m^3(r) \qquad \text{(Anlage 26)}$$

$$L_{GAZ} = \frac{42{,}7}{60} \cdot 5{,}98 = 4{,}26\ m^3/h \text{ - Seilbetrieb}$$

$$Z_{S_1} = \frac{174{,}42}{4{,}26} = 40{,}94\ h$$

Die Kosten pro m^3 bei Seilbetrieb berechnen sich wie zuvor aus Stundensatz des URUS 2,5 t und Holzanfall:

$$K_{S_1} = \frac{118}{4{,}26} = 27{,}70\ DM/m^3(r).$$

Die Kosten pro Leistungseinheit für Vorrücken und Aufseilen (K_{R+S}) betragen demzufolge:

$$\overline{K}_{R+S} = \frac{Vol.RADIOTIR \cdot \overline{K}_R + M \cdot \overline{K}_{S_1}}{M} = \frac{140 \cdot 8{,}75 + 174{,}42 \cdot 27{,}27}{174{,}42}$$

$$\overline{K}_{R+S} = 34{,}72\ DM/m^3$$

Teilergebnis S:

Vorrückung mit Seilkran:	Zeitbedarf	(Z_S) = 70,90 h
	Kosten	($\overline{K}_S$) = 47,97 DM/m^3(r)
Vorrückung mit RADIOTIR:	Zeitbedarf	(Z_{S_1}) = 40,94 h
	Kosten	($\overline{K}_{R+S}$) = 34,72 DM/m^3(r).

---

1) In Anhalt an Richtwerte von STITZINGER und PLETTENBERG (Arbeit im Druck)

5.2.6 Verstreifen und Gantern

Wir gehen davon aus, daß der Schlepper die gleiche Stundenleistung wie der Seilkran erbringt. Der Zeitbedarf für Verstreifen und Gantern deckt sich sodann mit dem des Seilbetriebes. Für die Zeitplanung braucht also der Schlepper nicht eigens in Ansatz gebracht zu werden. Für die Berechnung der Kosten gilt:

$$\overline{K}_V = \frac{k_V \text{ (Stundensatz)}}{L_{GAZ} \text{ (Leistung Seilkran)}}$$

$$\overline{K}_V = \frac{24}{2,46} = 9,76 \text{ DM/m}^3\text{(r)} \quad \text{(Vorrückung mit Seilkran)}$$

$$\overline{K}_{V_1} = \frac{24}{4,26} = 5,63 \text{ DM/m}^3\text{(r)} \quad \text{(Vorrückung durch RADIOTIR)}$$

Teilergebnis V:

Z_V = kein zusätzlicher Zeitbedarf

$\overline{K}_V = 9,76 \text{ DM/m}^3\text{(r)}$ (Vorrückung mit Seilkran)

$\overline{K}_{V_1} = 5,63 \text{ DM/m}^3\text{(r)}$ (Vorrückung durch RADIOTIR).

5.2.7 Direkte Schlepperbringung

Die Rückearbeiten des Schleppers in dem an die Straße grenzenden Bestand geschehen i.d.R. vor oder nach dem Seilbetrieb. Deswegen sind sie für die Zeitbedarfskalkulation ohne Bedeutung. Hinzu kommt, daß i.a. der Holzanfall sehr gering ist (4 - 8 m^3). Da dieses Holz in die Rechnungen beim Seilbetrieb und beim Verstreifen und Gantern der Einfachheit halber schon einging, bedarf es keiner weiteren Berücksichtigung.

5.2.8 Zeitbedarf und Kosten pro Aufstellung

Der Zeitbedarf und die Kosten je Leistungseinheit für eine URUS-Aufstellung können jetzt wie folgt ermittelt werden:

- Vorrückung durch Seilkran:

$$Z = Z_A + Z_M + Z_S + Z_V \qquad (h)$$

$$Z = 0{,}20 + 10{,}52 + 70{,}90 + 0 = \underline{81{,}62\ h}$$

$$\overline{K} = \overline{K}_A + \overline{K}_M + \overline{K}_S + \overline{K}_V$$

$$\overline{K} = 0{,}14 + 7{,}12 + 47{,}97 + 9{,}76 = \underline{64{,}99}\ DM/m^3(r)$$

- Vorrückung durch RADIOTIR

$$Z = Z_A + Z_M + Z_{S_1} + Z_{V_1}$$

$$Z = 0{,}20 + 10{,}52 + 40{,}94 - 0 = \underline{51{,}66}\ h$$

$$\overline{K} = \overline{K}_A + \overline{K}_M + \overline{K}_{R+S} + \overline{K}_{V_1}$$

$$K = 0{,}14 + 7{,}12 + 34{,}72 + 5{,}63 = \underline{47{,}61}\ DM/m^3$$

Das vom Seilkraneinsatz gelöste Vorrücken mit einer funkgesteuerten Kleinseilwinde im Zuge der Fällungsarbeiten bewirkt in unserem Beispiel eine Einsparung von rd. 17 $DM/m^3(r)$ oder rd. 26 %.

6. Diskussion

Nachfolgend seien einige für den Seilkraneinsatz wichtige Fragen, die in den bisherigen Ausführungen nicht oder mehr am Rande zur Sprache gekommen sind, ausführlicher kommentiert.

6.1 Der KSK-URUS als technisches System und als Arbeitsplatz

Die Vorbereitung der hier beschriebenen Untersuchungen geht auf das Jahr 1969 zurück. Damals, und selbst 1971, erfüllte nur KSK-URUS die Minimum-Bedingungen, die wir an ein Seil-Rückegerät für Vornutzungsbestände in nicht maschinenfahrbaren Lagen stellen mußten. Inzwischen sind in rascher Folge im In-

und Ausland weitere Typen, vorerst zumeist Prototypen, von mobilen KSK vorgestellt worden. Dabei wird mehrheitlich auf das Hochschlepp-Prinzip zurückgegriffen. Insofern ist ein Vergleich mit dem URUS nur sehr bedingt sinnvoll, denn der eine störungsfreie, bodenpflegliche und hohe Seilgeschwindigkeiten erlaubende "lifting-effect" ist im Falle von Hochschleppverfahren bestenfalls auf Entfernungen bis zu 150 - 200 m gewährleistet (LÖFFLER, 1973).

Die bei unseren Untersuchungen eingesetzten Seilkräne entstammten durchweg den ersten Kleinserien dieses Maschinentyps. Dennoch traten, trotz starker Belastung, kaum Funktionsstörungen und spontane Störungen als Folge von Materialfehlern auf.

Nicht gelöst werden konnte das Problem des Absenkens des am Zugseil des Gravitätskrans befestigten Hakens an konkaven Hängen oder über tiefen Gräben. Wegen des starken Durchhängens des Zugseils reichte unter solchen Umständen das Gewicht des Hakens samt Kegel nicht aus, um bei der Entladestation mit dem Zugseil "zu Boden gehen". Als praktikable und ergonomisch vertretbare Lösung bietet sich der kürzlich entwickelte TRICAMAT-Kran an, dessen im Laufwagen aufgespultes Hubseil über ein Zug- und ein Rückholseil betätigt wird und vom Gelände unabhängig ist.

Auf die Bedeutung von Montage und Demontage für Leistung und Kosten m^3(r) einer Aufstellung wurde mehrfach hingewiesen. Aufgrund unserer Erfahrungen konnten zahlreiche Vorschläge zur technischen Veränderung der Anlagen gemacht werden, die sowohl zur Rationalisierung des Seilkraneinsatzes und Erhöhung der Sicherheit als auch zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen führten.

Um weitere Verkürzungen der Montage- und Demontagearbeiten zu erreichen, wäre u.a. noch folgendes in Erwägung zu ziehen:

1. Verlängerung des Kippmastes zwecks Vergrößerung der Spannweite zwischen Mast und erstem Sattel sowie Erhöhung des Einlaufes des Tragseils und damit schonende Überwindung

der talseitigen Böschung, insbesondere an Steilhängen.

2. Anbringung von hydraulischen Seitenstützarmen, die eine Horizontalstellung der gesamten Anlage ermöglichen würden (Vermeidung von Grab- und Aufschüttarbeiten).

Rund 20 - 25 % (je nach URUS-Typ) der Kosten des Seilkrans ohne Bedienung pro Nutzungsstunde entfallen auf das Trägerfahrzeug, das bei unseren Untersuchungen stets ein Unimog war. Zwar erwies sich dieses Fahrzeug, zumindest für die kleineren URUS-Typen, als technisch voll geeignet, jedoch konnten seine typischen Eigenschaften, wie relativ hohe Marschgeschwindigkeit auch auf schlechter Fahrbahn und relativ hoher Fahrkomfort unter off-road-Bedingungen, beim Seilkranbetrieb nur selten genutzt werden. Man bedenke, daß bei guter Planung des Seilkraneinsatzes, mit jeweils nur kurzen Umsetzungsfahrten, das Fahrzeug während mehr als zwei Drittel der Einsatzzeit pro Jahr steht und "nur" die Motorkraft an die Winden abgibt oder jeweils sehr kurze Strecken zur nächsten Aufstellung fährt. Wir halten bei den derzeitigen Kosten und Preisen eine Einsparung von ca. 8,- DM/NStd. für möglich, wenn eine der folgenden Alternativen realisiert werden könnte:

1. Winden, Kippmast und Fahrerkabine werden auf einem billigeren, in der PS-Zahl selbstverständlich ausreichenden Chassis montiert, wobei auch an ältere Raupenchassis gedacht werden könnte. Für die größeren URUS-Typen ist ohnehin ein stärkeres Trägerfahrzeug notwendig. Als zusätzlicher Vorteil von Raupenchassis ist zu werten ihr großes Eigengewicht und damit ihre erhöhte Stabilität, wodurch die sonst zahlreichen Verstrebungen beim Aufbau verringert werden können.

2. Winden, Kippmast, Verankerungseinrichtungen und Bedienungspult werden auf einer hydraulisch absenkbaren Plattform vereinigt. Diese "Kran-Einheit" wird vom Trägerfahrzeug, das dann sehr wohl ein Unimog sein könnte, an den Ort der Aufstellung gebracht und abgesetzt. Während des Seilbetriebs dient das Trägerfahrzeug zum Verstreifen und Gantern.

Wie viele andere Forstmaschinen erfüllte auch der KSK-URUS ergonomische Anforderungen zunächst nur sehr bedingt. Eine ganze Reihe von Vorschlägen, die aus unseren Erfahrungen resultierten, wurden inzwischen verwirklicht:

1. Hydraulisch zu betätigende Seilklemmen am oberen Teil des Mastes verringern Auf- und Abbauzeiten sowie die Unfallgefahr.
2. Durch anschraubbare Rohrstützen wird nunmehr ein Abknicken des Mastes verhindert.
3. Durch bessere Placierung des Arbeitsplatzes wird eine bessere Überschaubarkeit der vom Maschinisten zu verrichtenden Arbeiten gewährleistet.
4. Die beheizte, mit Kommandopult (hydraulische Steuerung der Winden) und Sicherheitsfenstern ausgestattete Kabine erlaubt eine langfristige Beschäftigung des Seilkranführers ohne Gefährdung seiner Gesundheit.
5. Durch Verlängerung des Auspuffrohres des Unimogs werden die Abgase aus der unmittelbaren Nähe des Maschinisten verdrängt.
6. Mit der Entwicklung des TRICAMAT-Seilkrans wurde die Bringung bergab über größere Entfernungen oder im flachen, nicht maschinenfahrbaren Gelände (Moore) erheblich vereinfacht.

Einige Wünsche sind vorläufig noch offen geblieben:

1. Der Kommandopult sollte über Schalter verfügen, die ein Anlassen, Gasgeben und Abstellen des Motors erlauben.
2. Erhöhung der Sicherheit bei Montage und Demontage sowie Seilarbeit durch Entwicklung eines Spannungsmessers für das Tragseil, der optisch oder akustisch eine Überlastung der Seilkrananlage anzeigt oder mittels einer einstellbaren Sperrvorrichtung den Seilbetrieb bei Überlastung verhindert.
3. Der vorwiegend für Bergabbringung konzipierte TRICAMAT sollte u.E. noch über eine Sperrvorrichtung verfügen, da-

mit der Laufwagen bei Seilriß an das Tragseil geklemmt wird und nicht unkontrolliert zu Tal fährt.

6.2 Pfleglichkeit - Rückeschäden

Unter Rückeschäden verstehen wir sowohl jegliche Schädigung des gerückten Holzes, des verbleibenden Bestandes und Beeinträchtigung der Struktur des Oberbodens als auch die Folgen, die sich in Zuwachs- und Wertverlusten, erhöhter Erosionsgefahr und Erschwernissen der Bewirtschaftung äußern können.

Diesem Problem war eine Diplomarbeit (MÜLLER, 1974) gewidmet, deren Außenaufnahmen im Jahre 1973 im Anschluß an unsere Arbeitsstudien auf unseren Aufstellungen Nr. 15 (Variante 4/2,5 t) und 16 (Variante 1/2,5 t) im Bayerischen Forstamt Betzigau stattfanden. MÜLLER mußte sich im Rahmen seiner Arbeit auf die sichtbaren Verletzungen des Stammes und der oberflächlich streichenden Wurzeln des verbleibenden Bestandes beschränken.

Als direkte Ursachen für Rückeschäden am verbleibenden Bestand kommen in Durchforstungsbeständen mit Mobilseilkranbringung und ggfs. mit RADIOTIR-Vorrückung in Betracht:

1. Schäden durch Entlangstreifen oder Anprallen der gerückten Stämme an den verbleibenden Bäumen,
2. Schäden durch das Rückemittel selbst (Tragseil, Zugseil, Verankerungen und Tragseilsättel, Aufhängungen der RADIOTIR-Winde, Umlenkrolle oder Hilfsrolle).

Auf die von MÜLLER erarbeiteten Ergebnisse soll hier wegen der gebotenen Kürze nicht näher eingegangen, sondern auf die Diplomarbeit verwiesen werden. Ergänzend zu der nur punktuellen Untersuchung von MÜLLER konnten wir während unserer zweijährigen Versuche folgende Beobachtungen machen:

1. Trassenbreiten von 3 - 4 m sind ausreichend, sofern die Trasse in der Fallinie verläuft. Bei schräg zum Hang laufenden Trassen müssen Rückeschäden wegen Abrollen der Schäfte am talseitigen Trassenrand in Kauf genommen werden.

2. Beizugsgassen sollten mindestens 2,0 m breit und vollkommen gerade sein. Der Einlaufwinkel der Gassen in die Trasse hängt ab von der auszuhaltenden Länge der Stämme und von der Hangneigung:
   - Spitze Gasseneinläufe (um 30°) bei Langholz und bei steilen Geländeverhältnissen (Neigung über 45 %),
   - Gasseneinläufe um 45° für gekürzte Längen (unter 10 m) und mittelsteilen Geländeverhältnissen (Neigungen unter 45 %).

   Eine Variation der Einlaufwinkel innerhalb einer Aufstellung sollte vermieden werden, da sonst mit Gassenüberschneidungen und einer ungleichmäßigen Bestandserschliessung zu rechnen ist.

3. Bei Selektivdurchforstungen mit Gassenaufhieb ist eine Fällrichtung zu wählen, die ein schonendes "Einfädeln" der Stämme in die Gassen erlaubt. Vorzuziehen ist immer die Fällung der Bäume in die obere Gasse bei Bergaufbringung und in die untere bei Bergabbringung. Um jedoch bestandspflegliches "Einfädeln" der Stämme in die Gasse zu gewährleisten, sollten die senkrechten Gassenabstände der mittleren Stammlänge entsprechen.

4. Nennenswerte Bodenverletzungen sind bei keinem der untersuchten Verfahren weder oberflächlich noch im Wurzelbereich festgestellt worden, obwohl ein Großteil der Aufstellungen auf sehr labilen Böden (Flysch) erfolgte. Erosionsgefahr, Verdichtung und Zuwachsverluste, wie sie bei Radschleppereinsätzen mehrmals beobachtet wurden (AGREN, 1969; HANNELIUS und LILLANDT, 1970; KÄRKKÄINEN, 1969; NILSSON und HYPPEL, 1969) sind bei der Seilbringung nicht zu erwarten.

5. Die Rückung sollte im "Kopf-hoch-Verfahren" erfolgen. Die Lasten sollten dabei wenn irgend möglich (Ausnahme: Vollbaumverfahren) dünnörtig vorgerückt und am Tragseil befördert werden, denn das dünne Ende eines Stammes läßt sich von Hand an Hindernissen vorbeigeleiten und es lassen sich

auf diese Weise Beschädigungen am verbleibenden Bestand verringern und Seilrisse vermeiden.

6. Wenn irgend möglich, sollten die Durchforstungen während der Vegetationsruhe stattfinden, denn die Schäden erhöhen sich, wie u.a. auch BACKHAUS (1971), HÖFLE (1971), KHALISY et al. (1971), KÄRKÄINEN (1969) und v. OHAIN (1974) feststellten, in der Vegetationszeit um rd. das 2- bis 4-fache.

7. Die Pfleglichkeit der verschiedenen Eingriffsarten nimmt wie folgt ab: Gassendurchforstung (gut), Selektion mit Gassenaufhieb (mittel), rein selektive Entnahme (schlecht).

8. Zum Aufarbeitungsgrad ist zu bemerken, daß mit zunehmender Länge die Pfleglichkeit abnimmt (vergl. KULUŠIC, 1971). Ebenso dürfte bei Einhaltung spitzer Einlaufwinkel die Vollbaumrückung schonender sein als die Rückung gleichlanger Rohschäfte.

9. Ferner ist festzuhalten, daß aus der Sicht der Rückeschäden das Vorrücken mit RADIOTIR, speziell bei rein selektiver Entnahme und bei Selektiveingriffen mit Gassenaufhieb, dem direkten Beizug mit Seilkran auf jeden Fall vorzuziehen ist.

10. Schließlich ist auf den äußerst pfleglichen Holztransport bei Seilkranlieferung hinzuweisen, denn im Gegensatz zum Treiben, Reisten oder Riesen müssen bei der Sortenaushaltung im Bestand keine Überlängen berücksichtigt werden. Das mit Seilkran beförderte Holz erleidet so gut wie keine Einbußen.

6.3 Bedeutung von Bringungsrichtung, Seilkrantyp, Eingriffsart und Eingriffsstärke

6.3.1 Fixkosten Montage und Demontage

Die pro geseilten Festmeter durch Montage und Demontage entstehenden Fixkosten hängen ab von dem Holzanfall pro Aufstellung, der Montagezeit (Betriebsmittel) und der Größe der Seilpartie (Personal).

Bei unseren Untersuchungen variierten die Eingriffsstärken je nach Standort und Bestand (Bestockungsdichte, Alter, usw.) zwischen rd. 30 und 115 m^3(r)/ha. Um die Seilanlage wirtschaftlich einzusetzen, sollte der Holzanfall pro ha, soweit waldbaulich vertretbar, zwischen 50 und 90 m^3(r)/ha (je nach Standort und Bestand) betragen. Das bedeutet, daß im Seilkrangelände kräftiger und dafür seltener eingegriffen werden sollte. Diese Forderung steht im Einklang mit den jüngsten Erkenntnissen über kräftige Stammzahlreduktionen bei Durchforstungen (vergl. BURSCHEL, 1974; FRANZ, 1974).

Die Höhe der Montagezeit ist insbesondere bedingt durch Rückerichtung, Trassenlänge und Zahl der Arbeiter. Im Gegensatz zur Bergaufbringung muß bei der Bergabbringung Montagematerial und Werkzeug hangauf getragen werden. Darüber hinaus muß bei der Bergabbringung zusätzlich ein Rückholseil von Hand bergauf ausgezogen werden. Der unterschiedliche Zeitbedarf im Auf- und Abbau besteht daher im zusätzlichen Aufwand für das Montieren des Rückholseiles (Bergaufbringung nur mit Zugseil) und dem Bergauftragen schweren Montagematerials. Als Verbesserungsvorschlag zum Bergaufziehen des Rückholseiles sei hier die Verwendung einer tragbaren Winde mit Perlonseil angeregt. Die sehr leichte Winde (m. Motorsägenmotor) trägt ein Arbeiter auf dem Rücken zum Endmast bergauf. Während des Hinaufgehens spult sich das Perlonseil ab, welches mit dem Rückholseil verbunden ist. Das Hinaufziehen des Rückholseiles erfolgt dann mit der MS-Winde.

Mit zunehmender Arbeiterzahl sinken die Montagezeiten, was deshalb erwünscht ist, weil damit die Standzeit der Seilanlage geringer wird; andererseits steigt gleichzeitig der Stundensatz der Anlage. Außerdem haben wir festgestellt, daß mit wachsender Rottengröße die Wartezeiten zunehmen. Die sich daraus ergebenden Konsequenzen für Rottenstärke und Auslastung werden in Abschnitt 6.5 behandelt.

6.3.2 Leistung und Kosten beim Seilbetrieb

Da während unserer Untersuchungen nur bei einer Aufstellung

die Bringung bergab geprüft wurde, können wir bezüglich der Rückerichtung lediglich festhalten, daß die Leistung - ceteris paribus - niedriger war als bei der Bergaufbringung; dies entspricht auch den Erfahrungen mit halbstationären Seilanlagen (TIMINGER, 1971). Der Grund liegt hauptsächlich darin, daß der Laufwagen bei der Leerfahrt nicht wie bei der Bringung bergauf durch Schwerkraft schnell zu Tal gelassen werden kann, sondern mit Windenantrieb hinaufgezogen werden muß. Beim Kopfhoch-Verfahren kommt hinzu, daß die Stämme während der Lastfahrt bergab in rauhem Gelände gelegentlich ins Seil fallen.

Bei der Durchforstung ist unbedingt auf eine geeignete Fällrichtung und eine Abstimmung des Aufarbeitungsgrades mit der Eingriffsart und der Anlage des Gassensystems zu achten. Bei den Überlegungen über die zweckmäßigen Einlaufwinkel der Gassen in die Trasse sollte bei Jungdurchforstungen nicht nur die im Moment anfallenden Holzlängen berücksichtigt werden, sondern auch jene, die bei einem späteren Eingriff ausgehalten werden können. Da Baumverletzungen insbesondere bei den Gassenmündungen entstehen, sollten die Gassen auch in jungen Beständen so angelegt werden, daß bei folgenden Durchforstungen das gleiche Gassensystem Verwendung findet, wodurch die Beschädigung weiterer Bäume großenteils vermieden werden kann.

Der erhebliche Leistungsunterschied zwischen der Bringung von Vollbäumen und Rohschäften gibt zu überlegen, ob die teurere Bringung durch die Einsparungen bei mechanischer Entastung und Entrindung auf fliegenden Holzaufarbeitungsplätzen oder Holzöfen zu kompensieren ist. Die Bedeutung der Vollbaumbringung ist also in erster Linie in der Möglichkeit zu sehen, die gesamte Arbeitskette in Zukunft höher zu mechanisieren.

Die Eingriffsstärke hat nicht nur Einfluß auf Montage und Demontage, sondern auch auf den Seilbetrieb, denn der größere Holzanfall pro ha gewährleistet eine bessere Auslastung der Ladekapazität des Seilkrans.

Auch die Ladekapazität des Seilkrans ist von Bedeutung: Der URUS 2,5 t zeigte bei unseren Untersuchungen selbst im niedrigen Stückmassenbereich höhere Leistungen als der URUS 1,5 t. Der Vorsprung ist so groß, daß der höhere Stundensatz des URUS 2,5 t mehr als kompensiert wird. Vergleichsmöglichkeiten für unsere Ergebnisse mit Angaben in der Literatur bestehen leider nur für Endnutzungshiebe (Kahlschlag). Unserem Ergebnis von 13 m^3(r) pro Stunde Seilarbeit bei $\overline{VST}$ 0,7 m^3(r), 3-Mann-Partie mit URUS 2,5 t, steht als Jahresmittel eines österreichischen Forstbetriebs eine Leistung von rd. 9 m^3(r) pro Stunde Seilarbeit bei $\overline{VST}$ 0,5 m^3(r), 4-Mann-Rotte mit URUS 1,5 t, gegenüber (BRABECK, 1972). Ferner wurde in Arbeitsstudien, ebenfalls in Österreich, bei einem $\overline{VST}$ 0,3 eine Leistung von ca. 9 m^3(r)/h, 4-5-Mann-Seilpartie mit URUS 1,5 t, ermittelt (BERNHARD und LENGER, 1974).

6.4 Auslastungsprobleme

6.4.1 Technische Auslastung des Seilkrans

Unter technischer Auslastung verstehen wir das Verhältnis des i.D. angehängten Volumens - im folgenden mittlere Anhängelast genannt - zum rechnerisch zulässigen Maximalvolumen; letzteres ist für Rohschäfte und Vollbäume unterschiedlich (s. Anl. 33). Die mittlere Auslastung unserer Durchforstungsvarianten schwankt zwischen 20 - 45 %. Dem steht eine 82%-ige Auslastung bei der Kahlschlagsvariante gegenüber. Dementsprechend muß auch eine geringere Leistung hingenommen werden.

Die Höhe der technischen Auslastung wird bestimmt vor allem vom mittleren Stückvolumen pro Last ($\overline{VST}$), vom Verfahren (Rückerichtung, Eingriffsart und Aufarbeitungsgrad) und von der Bedienungsmannschaft. Wie Anlage 33 veranschaulicht, ist ein Abfall in der Auslastung mit sinkendem $\overline{VST}$ zu beobachten. Die Gründe hierfür wurden in Abschnitt 3.7.2 bereits erwähnt. Ebenfalls fällt auf, daß bei gleichem Aufarbeitungsgrad und Maschinentyp die Ladekapazität bei rein selektiven Eingriffen

i.D. um ca. 13 % geringer ausgelastet wird als bei der Gassendurchforstung. Bei selektiver Durchforstung mit Gassenaufhieb unterscheidet sich die Auslastung nur noch um ca. 6 % von der Gassendurchforstung. Daß trotz einem erheblichen Unterschied in den Lastgrößen (33 %) die Differenz der prozentualen Auslastung zwischen Vollbaumbringung (V 1/1,5 t) und Rohschaftbringung unter vergleichbaren Bedingungen (V 5/1,5 t) nur 2 % ergibt (s. Anlage 33), ist auf die Verwendung unterschiedlicher rechnerischer Maximallasten zurückzuführen. Die maximalen Anhängelasten sind aus folgenden Gründen für Rohschaft und Vollbaum unterschiedlich hoch angesetzt:

1. höhere Belastung des Seiles durch dickörtige Rückung der Vollbäume,
2. höheres Gewicht pro m^3(r)-Vollbaum (Äste),
3. andere Reibungsverhältnisse durch die Beastung.

Die Auslastung bei der Bergabbringung (V 9/1,5 t) ist rd. 8 % geringer als die vergleichbare Bergaufbringung (V 5/1,5 t). Dieser Unterschied ergibt sich aus der für Bergabbringung z.Zt. der Versuche noch nicht ausgereiften Konstruktion der Seilanlage und der mit diesem Verfahren wenig vertrauten Mannschaft.

Da die Werte aus Anlage 33 beim Einsatz nicht eingeübter Partien zustande kamen, ist eine 20 - 30%-ige Steigerung der Auslastung bei Mannschaften im Dauereinsatz zu erwarten. Bedingung hierfür ist selbstverständlich eine geeignete Anlage der Gassen, Einhaltung seilgerechter Fällrichtung und ein ausreichender Holzanfall.

Bei gleichen mittleren Stückvolumina ergeben sich wegen der unterschiedlichen Kapazitäten der Seilkräne auch unterschiedliche Lastgrößen (stets höheres VL für URUS 2,5). Die Leistungsdifferenz zwischen den beiden Seilkrantypen wächst mit zunehmenden $\overline{VST}$. Demzufolge kann im höheren Stückvolumenbereich bei Durchforstungen (0,2 - 0,4 m^3(r)) trotz der höheren Betriebsstundenkosten des URUS 2,5 t i.d.R. mit niedrigeren Transportkosten gerechnet werden, Die Ermittlung der optimalen Anhängelasten wäre eine gesonderte Untersuchung wert.

6.4.2 Wartezeiten der URUS-Mannschaft

Wartezeiten der Mannschaft ergeben sich sowohl während der Montage und Demontage als auch während der Seilarbeit.

Beim Auf- und Abbau ist die Auslastung größerer Partien schwieriger zu erreichen als die von kleineren Rotten, da die nötigen Arbeiten in bestimmter Reihenfolge ablaufen und größtenteils von 2 Mann verrichtet werden können. Trotzdem wäre aus ergonomischen Gesichtspunkten eine 3-Mann-Rotte zu empfehlen. Für besonders schwierige Geländeverhältnisse oder bei kompliziertem Stützenbau ist eine 4-Mann-Rotte vorzuziehen.

Bei der Seilarbeit fallen Wartezeiten sowohl an der Ladestation als auch an der URUS-Station an. Der Seilkranführer bzw. der Seilkran wartet, wenn die Arbeiter an der Ladestation ihren Aufgaben nicht in der zur Verfügung stehenden Zeit nachkommen können. Wartezeiten an der Ladestation dagegen fallen an, wenn die Mannschaft nach Zusammenstellung der Last für die folgende Lastfahrt auf den Seilkran warten muß.

Den größten Einfluß auf die Wartezeiten der Mannschaft an der Ladestation haben die Einflußfaktoren TE und STL: mit zunehmenden Transportentfernungen (TE) steigen wegen der längeren Leer- und Lastfahrtzeiten die Wartezeiten an, mit wachsender Stückzahl (STL) erhöhen sich die Manipulationszeiten pro Last und sinken die Wartezeiten.

Die Wartezeiten an der Entladestation werden von denselben Variablen bestimmt. Hier jedoch gilt: mit wachsender TE sinken, mit zunehmender STL steigen die Wartezeiten, oder anders ausgedrückt: wenn an der Beladestation große Wartezeiten anfallen, sind die Wartezeiten an der Entladestation gering, und umgekehrt. Die Wartezeiten des Seilkranes erreichten i.D. aller Aufstellungen immerhin den beachtlichen Wert von 4,26 min/h GAZ (7 % der GAZ).

Eine erhebliche Kostensenkung ist zu erzielen, wenn die Lasten vor dem Seilkraneinsatz schon an die Trasse vorgerückt und die zu verrichtenden Handgriffe an der Beladesta-

tion von einem einzigen Arbeiter getätigt werden. In Altdurchforstungen ist allerdings ein Vorrücken mit funkgesteuerten Kleinwinden wegen der hohen Stückmasse nur bei Abschnittaushaltung möglich.

Bei Reduzierung der Arbeiterzahl auf einen Mann an der Beladestation sollten folgende Bedingungen erfüllt sein:

1. Aus Sicherheitsgründen muß der Arbeiter an der Ladestation mit einem Funkgerät ausgerüstet sein, das einen ständigen Kontakt mit dem Seilkranführer gewährleistet, ohne ihn bei der Arbeit zu behindern.
2. Das Holz sollte schon vorgerückt unter dem Tragseil oder am Trassenrand im geeigneten Abfuhrwinkel bereitliegen.
3. Falls die Stämme nicht vorgerückt sind, muß zwecks Einsparung des zweiten Mannes bei Bergaufbringung der Laufwagen TRICAMAT verwendet werden (sonst nur bei Bergabbringung), da das Ausziehen des Zugseiles je nach Geländeverhältnissen oft sehr mühsam ist. Die Beizugsentfernungen dürfen in diesem Fall ca. 10 m nicht überschreiten, da der Arbeiter die Last immer begleiten sollte und das wiederholte Bergab- und Bergaufsteigen zu einer Übermüdung führen kann, die sich letztlich in einer Senkung der Leistung des ganzen Systems auswirkt. Die zusätzliche Investition für den TRICAMAT in Höhe von derzeit 27.000 DM bewirkt eine Erhöhung der Stundenkosten um 13 DM. Die erzielbare Einsparung entspricht der Differenz dieses Betrags zu den Stundenkosten eines Arbeiters. Mit steigenden Lohnkosten gewinnt die Verwendung des TRICAMAT auch für die Bergaufbringung an Bedeutung.

6.4.3 Zusammenspiel der Seilbringung mit Verstreifen und Gantern

Wie beim Zusammenspiel von Belade- und Entladestation ergibt sich auch zwischen Schlepper und Entladestation eine Wechselbeziehung:

Im Durchschnitt aller der in dieser Hinsicht untersuchten Aufstellungen entfallen nur ca. 60 - 63 % der gesamten Ar-

beitszeit von Verstreifen und Gantern auf betriebsmittel- oder mannschaftsbezogene Zeiten. Der Rest wird für das Warten auf die nächste Last an der Entladestation des Seilkranes aufgewendet. Bei einem Stundensatz für Schlepper und Fahrer von 24 DM/h und einer Leistung-GAZ von ca. 5 m^3/h bedeutet dies eine Belastung des aufgeseilten und geganterten Holzes von ca. 2 DM/m^3(r). Die Wartezeiten des Seilkranes auf den Schlepper sind i.D. aller Aufstellungen so gering (0,8 min. pro Stunde GAZ Seilarbeit = ca. 1,50 DM/h), daß sie vernachlässigt werden können (ca. 0,30 DM/m^3).

Der Einsatz von 2 Mann für Verstreifen und Gantern ist mit Ausnahme der RW 12 nicht zu befürworten, da der Fahrer mit dem Schlepper bis an die abgelegte Last heranfahren kann und diese lediglich mit dem schleppereigenen Zugseil zu umschlingen braucht. Das nachfolgende Zuziehen der Stämme auf das Polterschild, Verstreifen, Abhängen und Poltern kann - wie es übrigens bei 4 Aufstellungen praktiziert wurde - ohne besondere Beanspruchung des Fahrers von diesem allein erledigt werden.

Der Unimog und die anderen Forstschlepper waren immer in der Lage, jede vom Seilkran beförderte Last zu bewältigen. Bei der Radwinde hingegen mußte wegen der geringen Motorstärke des öfteren eine Seilkranlast in kleinere Lasten aufgeteilt werden.

Die zu erzielende Leistung des Schleppers entspricht wegen der Verkoppelung der Arbeitsabläufe in der Regel der des Seilkranes. Aus diesem Grund werden die Schlepper selten voll ausgelastet. Nur bei Verfahren 4 (Aufst. Nr. 15) ist zu vermuten, daß wegen der hohen Leistung des Seilkranes, die bei vorgerückten Lasten (RADIOTIR) zu erzielen ist, die Leistungskapazität des Schleppers überschritten wird(= i.D. 11 m^3(r)/h).

Bei der Planung von Seilkraneinsätzen ist - wie bei jedem größeren Maschineneinsatz - auf eine gute Abstimmung der Leistungskapazitäten zu achten. In Anbetracht der unterschiedlichen Betriebsstundenkosten ist notfalls ein Stillstand des

Schleppers dem des Seilkranes vorzuziehen.

Eine Reduzierung der Kosten für Verstreifen und Gantern ist außer durch genaue Planung des Einsatzes der Maschinen auch durch folgende technische Alternativen möglich:

1. Zeitweilige Ablage des Holzes vor dem Mobilseilkran auf der Straße und sofortige Abfuhr mit ladekranbestückten Lkw's zum Werk, Holzhof, Rundholzplatz usw. (SCHANTL, 1971).
2. Installierung eines abgeschriebenen, mit Ladekran bestückten Lkw's (kurzes Chassis) an der Entladestation, dem die Abnahme des Holzes vom Laufwagen und der Anlage eines Zwischenpolters auf der Straße bzw. am Straßenrand obliegt. Als Bedingung hierzu ist jedoch eine gewisse Abstimmung der Holzabfuhr notwendig, da die Lagermöglichkeiten um den Ladekran beschränkt sind. Die Beladung der Lkw's findet ebenfalls mit dem an der Entladestation montierten Ladekran statt (BRABECK, 1972).
3. Bestückung der URUS-Seilanlage mit einem hydraulischen Greifer, der zur Abnahme und Ablage des Holzes auf der Straße neben dem URUS vom Seilkranführer bedient werden kann (diese Alternative ist noch nicht realisiert worden). Voraussetzung hierfür ist statt der bisherigen Verwendung von Seilschlingen die eines am Seilkran montierten Greifers (in USA: Grapple Yarder). Letzterer kann nur bei vorgerückten Lasten (Lasten müssen unter dem Tragseil liegen) eingesetzt werden. Auch in diesem Fall ist eine Abfuhr des Holzes während der Seilarbeit notwendig.

6.4.4 Art der Vorlieferung

Durch das Vorrücken der Stämme an die Trasse mit einer transportablen Kleinseilwinde können z.T. erhebliche Einsparungen bei den Werbungskosten erzielt werden, insbesondere im unteren Stückmassebereich (0,05 - 0,2 m^3(r)). Zum einen kann der von vielen Störungen begleitete Beizug mit dem Seilkranzugseil durch ein billigeres Betriebsmittel verrichtet, zum anderen können die mittleren Volumina pro Last ($\overline{VL}$) erheblich gestei-

gert werden. Die Leistungen-RAZ beim Seilkranbetrieb mit und ohne vorgerückte Lasten stehen zueinander im Verhältnis 2:1.

Die Vorrückung mit einer funkgesteuerten Kleinwinde verbilligt nicht nur die direkten Kosten/m^3, sondern trägt auch zur Reduzierung der indirekten Kosten/m^3 (Senkung der Rückeschäden) bei (s. 6.2).

In vielen Fällen ist erst mit der Verwendung einer funkgesteuerten Kleinseilwinde für die Vorrückung eine wirtschaftliche Bringung möglich. Sie sollte daher bei Jungdurchforstungen mit Seilkranbringung ein fester Bestandteil der Holzerntekette sein.

6.4.5 Einsatzstunden/Jahr

Für die Kostenkalkulation wurde eine jährliche Auslastung von 1000 NStd. unterstellt. Wenn die Seilanlage (z.B. URUS 2,5 t) nur 500 NStd. im Jahr eingesetzt wird, steigen die Kosten wegen Unterschreitung der Auslastungsschwelle von rd. 118 DM/h auf 152 DM/h (+ 29 %). Jährliche Auslastungen von unter 1000 NStd. sollten wegen der stark ansteigenden Stundenkosten vermieden werden. Obwohl eine Erhöhung der Einsatzstunden pro Jahr über die Auslastungsschwelle hinaus nur eine relativ geringe Reduzierung der Stundenkosten zur Folge hat, kann hierdurch die Abschreibung der Maschine samt Zubehör und Leichttransporter vor der Veraltungszeit erfolgen. Daß jährliche Auslastungen von 1300 NStd. im Einschichtbetrieb möglich sind, beweisen die Erfahrungen österreichischer Forstbetriebe. Von der Komplexität und den Anschaffungskosten her gesehen, dürften Seilkrananlagen schon zu den Großmaschinen zählen. Bei solchen ist es selbstverständlich, daß diese im Eineinhalb- oder sogar Zweischichtbetrieb arbeiten. Angesichts dieser Tatsachen ist es sicherlich gerechtfertigt, diesbezügliche Überlegungen auch bei künftigen Mobilseilkran-Anschaffungen anzustellen.

6.5 Die Bedienungsmannschaft

Während der Arbeitsstudien wurde der Leistungsgrad der Arbeiter nicht geschätzt. Hinzu kommt, daß wir bei den Außenaufnahmen auf das vom jeweiligen Forstamt zur Verfügung gestellte Personal angewiesen waren, so daß die Partien mehrmals wechselten und die Einschulung jeweils kurz vor Beginn und während der Versuche stattfinden mußte.

Wir möchten trotz dieser Einschränkungen zumindest die wesentlichen Folgerungen herausstellen, die sich aus unseren Beobachtungen ableiten lassen:

1. Eine eingehende Schulung der Mannschaft ist unbedingt erforderlich. Die Schulung sollte 14 Tage dauern und theoretische und praktische Unterweisungen umfassen.
2. Pro Mannschaft sind 2 Arbeiter als Seilkranführer auszubilden, damit im Krankheitsfall, Ferien usw. die Seilanlage voll betriebsfähig bleibt.
3. Da der Erfolg einer Mannschaft vom Teamgeist abhängt, ist auf deren Zusammenstellung besondere Sorgfalt zu verwenden.
4. Die Seilmannschaft sollte ständig mit derselben Anlage arbeiten.
5. Bei Einhaltung der vorhergehenden Empfehlungen ist pro Seilpartie mit einer Einarbeitungsdauer von ca. 3 - 4 Monaten zu rechnen. Erst dann kann angenommen werden, daß die Übungsschwelle erreicht ist. Diese verhältnismäßig lange Zeitspanne ist hauptsächlich auf die nur einmal pro Aufstellung anfallenden Montage- und Demontagearbeiten zurückzuführen. Bei der reinen Seilarbeit dürfte die Übungsschwelle eher erreicht sein. Bei ähnlichen Versuchen an der Pazifikküste der USA stellte O'LEARY (1969) fest, daß die untersuchte Bedienungsmannschaft einer mobilen Seilbringungsanlage über 15 Aufstellungen bedurfte, um die Übungsschwelle zu erreichen. Dies deckt sich mit unseren Erfahrungen.
6. Bezüglich der optimalen Größe der Mannschaft und ihrer Arbeitsorganisation kann im Anhalt an unsere Untersuchun-

gen folgendes empfohlen werden:

- Seilarbeit
  - 2-Mann-Partie: 1 Seilkranführer und 1 Arbeiter an der Ladestation (s. 6.4.2 und 6.4.4) bei vorgerückten Lasten oder bei Verwendung des TRICAMAT-Seilwagens und kurzer Beiziehentfernung beidseits des Tragseils (bis zu 10 m).
  - 3-Mann-Partie (1 Seilkranführer, 2 Mann an der Beladestation) bei Beizug mit Seilkranzugseil.
- Montage und Demontage
  - 3-Mann-Rotte im Normalfall (s. 6.4.2).
  - 4-Mann-Rotte unter besonders schwierigen Geländeverhältnissen (tiefe Gräben), bei aufwendigem Stützenbau etc. Wegen der hohen Wartezeiten des Personals hat sie große Nachteile (s. 6.3.1).

7. Zusammenfassung

In einer mehrjährigen Versuchsserie untersuchten wir den mobilen URUS-Kippmastseilkran auf seine technische Eignung sowie auf Leistung, Kosten und Pfleglichkeit beim Einsatz in Durchforstungen, das heißt, im schwächeren Stückmassebereich (0,1 bis 0,4 m^3(r)o.R.).In 19 Aufstellungen in den baden-württembergischen Forstämtern Staufen II, Hausach und Schönau und in den bayerischen Forstämtern Kürnach und Murnau wurden im Rahmen dieser Versuchsserie rd. 2000 m^3(r) Holz (9.500 Stück) gebracht. Dabei wurden folgende Varianten untersucht:

a) Maschinentyp:	URUS für 1,5 t u.f. 2,5 t Tragkraft;
b) Bringungsrichtung:	bergauf, bergab;
c) Aufarbeitungsgrad:	Kurzholz, Rohschaft, Vollbaum;
d) Baumart:	Nadelholz, Laubholz;
e) Art des Eingriffs:	rein selektive Entnahme, Selektiveingriffe kombiniert mit Gassenaufhieb, Gassendurchforstung;

f) Art des Beizugs zum Tragseil: mit Zugseil des URUS-Seilkrans, mit funkgesteuerter Kleinseilwinde vom Typ RADIOTIR;

g) Verziehen und Poltern nach der Seilbringung: mit Schlepper, mit Radwinde vom Typ RW 12.

Die Ergebnisse unserer Untersuchung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Nach den im Laufe der Untersuchungen vorgenommenen technischen Änderungen und weiteren vorgeschlagenen Verbesserungen können die Kurzstrecken-Mobilseilkräne URUS 300-1,5 t und 300-2,5 t zum Einsatz in Durchforstungen in nicht schlepperfahrbarem Gelände als technisch geeignet gelten. Die Bringung erfolgt im "Kopfhoch-Verfahren". Der Seilkran läßt alle denkbaren Aufarbeitungsgrade des geernteten Holzes zu und kann deshalb sehr flexibel in verschiedene Arbeitsketten eingebaut werden.

2. Die Überstellung von Aufstellung zu Aufstellung sowie Montage und Demontage bedingten im Rahmen unserer Studien einen vergleichsweise hohen fixen Zeit- und Kostenaufwand. Fahrtzeiten zwischen zwei Aufstellungen lassen sich praktisch vermeiden und Montage sowie Demontage merklich verringern, wenn größere zusammenhängende Flächen mit mehreren benachbarten Aufstellungen durchforstet werden. Durch kräftige Eingriffe mit größerem Holzanfall pro Aufstellung, soweit waldbaulich vertretbar, kann der unvermeidliche fixe Aufwand für Montage und Demontage im Verhältnis zur Seilarbeit von derzeit etwa 1:1 deutlich verringert werden, etwa auf 1:4.

3. Die technische Auslastung der Ladekapazität erreichte in den untersuchten Durchforstungen Werte, die zwischen 25 % und 50 % der Auslastung bei Endnutzungshieben lagen. Nach Einübung der Seilpartie und durch Vorlieferung der Hölzer mit einer separaten Winde zur Tragseiltrasse läßt sich die Auslastung auch in Durchforstungen steigern.

4. Als wesentliche Einflüsse auf die Leistung bei der Seilarbeit erwiesen sich:

   a) Volumen pro Last: die Leistung steigt mit wachsendem Volumen pro Last. Letzteres wächst mit zunehmendem Stückvolumen.

   b) Maschinentyp: unter sonst gleichen Bedingungen liegt die Leistung des URUS 300-2,5 t stets deutlich über jener des URUS 300-1,5 t.

   c) Transportentfernung auf dem Tragseil: nimmt sie zu, so sinkt die Leistung.

   d) Art und Distanz des Beizugs der Hölzer aus dem Bestand zur Tragseiltrasse: vor allem im schwachen Stückmassebereich (ca. 0,05 bis 0,2 m^3(r)) ist die Vorlieferung mit einer funkgesteuerten Kleinseilwinde stark leistungsfördernd gegenüber dem Beizug mit dem Zugseil des Krans (Leistungsverhältnis etwa 2:1). Im übrigen sinkt die Leistung mit wachsender Beizugsentfernung.

   e) Transportrichtung: bei Bergauftransport mit Gravitätskran ist die Leistung deutlich höher als bei Bergabtransport mit Rückholseil oder mit speziellem Seilkranwagen.

   f) Art der Eingriffe: Gassendurchforstung mit direktem Beizug durch den Seilkran, sowie Selektiveingriffe mit schematischem Gassenaufhieb und Vorliefern mit funkgesteuerter Kleinseilwinde sind in der Leistung den anderen Eingriffsarten überlegen. Grundsätzlich sollten Fällrichtung und Aufarbeitungsgrad gut auf Eingriffsart und Gassensystem abgestimmt werden.

   g) Baumart und Aufarbeitungsgrad: unter sonst gleichen Bedingungen sind bei Nadelholz (Fichte, Tanne) höhere Leistungen zu erzielen als bei Laubholz (Buche). Hinsichtlich des Aufarbeitungsgrades erwies sich die Bringung von Rohschäften im allgemeinen leistungsgünstiger als jene von Vollbäumen. Bei Rohschäften $>$ 14 m Länge ergaben sich höhere Leistungen als bei Stücklängen $<$ 14 m.

h) Übungsgrad der Mannschaft: er wurde zwar nicht quantitativ analysiert, doch deuten Beobachtungen auf einen ganz erheblichen Einfluß hin. Eine Seilpartie dürfte die Übungsschwelle frühestens nach etwa 4 Monaten erreichen.

i) Gelände: die Hangneigung hat keinen starken Einfluß auf die Leistung. Entschieden größer ist die Bedeutung der mikrotopographischen Verhältnisse (Bodenoberfläche, Blocküberlagerung etc.), die jedoch nicht untersucht werden konnten.

5. Bei der derzeitigen technischen Ausstattung des Seilkrans und unter Verwendung moderner Kommunikationsmittel (Sprechfunk) genügt eine Bedienung von

   a) 3 Mann (1 Maschinenführer, 2 Mann an der Beladestation) bei Vorliefern mit dem Zugseil des Krans;

   b) 2 Mann (1 Maschinenführer, 1 Mann an der Beladestelle) bei separatem Vorrücken mit einer funkgesteuerten Kleinwinde.

6. Das Verstreifen und Gantern der geseilten Hölzer auf der Waldstraße konnte im Rahmen unserer Untersuchungen nicht voll befriedigend gelöst werden. Unter den geprüften Alternativen war der mit Seilwinde und Gantervorrichtung (Schild, Bergstütze) ausgerüstete Schlepper hinsichtlich Leistung und Kosten am günstigsten. 1-Mann-Arbeit sollte angestrebt werden.

7. Hinsichtlich der Pfleglichkeit des Seilkraneinsatzes gilt:

   a) Nennenswerte Bodenverwundungen wurden selbst auf sehr labilen Substraten (Flysch) und bei hoher Bodenfeuchtigkeit nicht festgestellt.

   b) Transport am Tragseil ist für das beförderte Holz ungleich schonender als Treiben und auch qualitätserhaltender als Rücken mit dem Schlepper.

   c) Häufigkeit und Größe der Rückeschäden am verbleibenden Bestand hängen neben der Sorgfalt der Mannschaft vor

allem ab von der Art der Vorlieferung, der Eingriffsart, dem Aufarbeitungsgrad und von der Jahreszeit: Vorliefern mit separater Winde ist pfleglicher als Vorliefern mit dem Zugseil des Krans. Je schematischer der Eingriff, desto geringer die Schäden. Bei Stücklängen > 12 - 14 m nehmen die Schäden stark zu; daher sollte - obwohl größere Stücklänge höhere Leistung bedeutet - in jüngeren Durchforstungsbeständen auf Längen über 14 m verzichtet werden. Vollbaumbringung war überraschenderweise schadenträchtiger als Rohschaftbringung. Der Seilbeizug in Durchforstungsbeständen sollte, wenn möglich, außerhalb der Vegetationszeit durchgeführt werden.

d) Die Rückeschäden am verbleibenden Bestand konzentrieren sich entlang der Beizugsgassen und an deren Einmündung in die Tragseiltrasse. Die Rückeschadbäume liegen systematisch im Bereich der höheren Durchmesser (Z-Stämme!) des Bestandes.

8. Aus den Leistungs- und Kostendaten der Untersuchung wurden Schätzhilfen für die Praxis zur Herleitung von Zeitbedarf, Leistung und Kosten für alle praktisch denkbaren Fälle verarbeitet.

9. In den direkten Transportkosten ist die Seilkranbringung einschließlich des Verstreifens und Ganterns teurer als die Lieferung am Boden durch Treiben und entschieden teurer als die Schlepperrückung (sofern vom Gelände her überhaupt verwendbar). Zieht man die Pfleglichkeit in Betracht und den Umstand, daß am Steilhang auf das für die Schlepperrückung erforderliche dichte Netz von Maschinenwegen verzichtet werden kann, dann ist der mobile Kurzstreckenseilkran in vielen Durchforstungsbeständen in schwierigem Terrain eine empfehlenswerte Alternative. Er dürfte allerdings im Stückmassebereich unterhalb ca. 0,15 - 0,2 m^3(r) mit zwischenzeitlich entwickelten, noch leichteren und billigeren Seilanlagen nicht mehr konkurrieren können, insbesondere bei Rückeentfernungen unterhalb von etwa 150 - 180 m.

Literaturübersicht

1. ABEGG, B. und PFEIFFER, K., 1971: Berechnungsunterlagen für die Rückeleistung von Forsttraktoren in befahrbarem Gelände. Ber. d. Eidgen. Anstalt f. d. Forstl. Versuchswesen. Birmensdorf ZH. Nr. 83, 24 S.

2. ABETZ, P., 1973: Der Wald und die Forsttechnik. Der Forst- und Holzwirt Nr. 15, S. 301 ff

3. AGREN, A., 1969: Produktionsverluste in Durchforstungsbeständen als Folge der modernen Rücketechnik. AFZ S. 758

4. ANDERSON, C.H., 1971: Short- and Medium-Distance Cable Skidder Logging. Log/Symp. 5/73 Symposium on forest operations in mountainous regions, Krasnodar, UdSSR, Sept. 1971, 31 S.

5. BACKHAUS, G., 1971: Untersuchungen über die Bereitstellung von Buchenindustrieholz in verschiedenen Sortimentslängen aus Durchforstungsbeständen. Diss. Göttingen, 143 S.

6. BAYER. STAATSMINISTERIUM ELF, MINISTERIALFORSTABTEILUNG, 1966: Hilfstafeln für die Forsteinrichtung, 384 S.

7. BAYER. STAATSMINISTERIUM ELF, OFoD München, 1974: Hauer- und Bringerlohnstatistik 1973. Mitteilung Az. 703 - Nr. 685/74, München, 4 S.

8. BERNHARD, A., 1971: Leistungsstudien bei der Schwachholzrükkung. Allg. Forstztg. Wien, S. 338 ff

9. BERNHARD, A. und LENGER, A., 1974: Arbeitsstudien bei der Holzrückung mit mobilen Kippmast-Kurzstreckenseilkränen. Allg. Forstztg. Wien, Nr. 3, S. 59 ff.

10. BRABECK, W., 1972: Erfahrungsbericht über den Einsatz des Kurzstreckenseilkrans "URUS" bei der Hespa-Domäne. AFZ Nr. 22/23, S. 473 ff.

11. BURSCHEL, P., 1974: Die Durchforstung in heutiger Sicht. Forstarchiv Nr. 2/3, S. 28 ff.

12. CARSON, W.W., 1971: Lateral excursions of running skylines used in selektive cuttings. Log/Symp. 5/28 Symposium on forest operations in mountainous regions, Krasnodar, UdSSR, Sept. 1971, 21 S.

13. DOWNS, R.L., 1973: Inexpensive, home-made yarders are high-production machines. World Wood Vol. 14, No. 11, San Francisco, USA, S. 14 ff.

14. DRUMMOND, J.A., et al., 1971: The place of short distance cable cranes in British Forestry. Log. Symp. 5/31 Symposium on forest operations in mountainous regions, Krasnodar, UdSSR, Sept. 1971, 16 S.

15. DUMM, G., 1971: Der Einfluß des Pflanz-Verbandes auf Astbildung und Schneebruchgefährdung bei Fichte. AFZ Nr. 8, S. 150 ff.

16. FRAISL, H., 1971: Der Einsatz der funkgesteuerten Motorseilwinde RADIOTIR 740 zur Rückung von Durchforstungsholz. Allg. Forstztg. Wien, S. 112 - 113

17. FRANZ, F., 1973: Bayerische Waldinventur 1970/71 und Holzaufkommensprognose für Bayern - Verfahrensgrundlagen und Aussagemöglichkeiten - AFZ Nr. 27, S. 552 ff.

18. FRANZ, F., 1974: Zur Fortentwicklung der Durchforstungsverfahren aus der Sicht der Waldertragskunde. Forstarchiv Nr. 2/3, S. 28 ff.

19. GIORDANO, G., 1959: Logging cableways. United Nations Publications Sales No.: 59.11.E/Mim.13, Geneva.

20. HÄBERLE, S., 1961: Die Multimomentaufnahme als Hilfsmittel für differenzierte Zeitbedarfsmessungen. Forstarchiv Nr. 4, S. 73

21. HÄBERLE, S., 1973: Die Stehendbearbeitung von Durchforstungshölzern der Fichte im Systemvergleich, AFZ Nr. 28, S. 675 ff.

22. HÄBERLE, S., und RAUSCH, E., 1970: Das Rücken schwerer Langhölzer mit Schlepper und funkgesteuerter Kleinseilwinde (Radiotir). FTI Nr. 4, S. 23 ff.

23. HAFNER, F., 1964: Der Holztransport, Handbuch für Rückung, Lagerung, Ladeverfahren und Haupttransport. Österr. Agrarverlag Wien, 445 S.

24. HAGEN, P., 1973: Erfahrungen mit dem URUS-Mobilseilkran bei der Schwachholzbringung. AFZ Nr. 18, S. 440 ff.

25. HANNELIUS, S. und LILLANDT, M., 1970: Damaging of Stand in Mechanized Thinning. Tiedonantoja No. 4, Helsinki, 32 S. (Summary in English)

26. HILF, H.H., 1953: Begriffe, Maße und Methoden der Leistungsuntersuchungen im Hauungsbetrieb. Akten des 11. Kongresses des Intern. Verbandes Forstl. Forschungsanstalten, Rom

27. HILF, H.H., 1957: Arbeitswissenschaft: Grundlagen der Leistungsforschung und Arbeitsgestaltung. Carl Hanser Verlag, München, 341 S.

28. HÖFLE, H.H., 1971: Zur Zahl, Art und Ursache von Rückeschäden in Durchforstungen schwacher Nadelholzbestände. Mitteilg. der Bad.-Württ. FVA, Nr. 38, 35 S.

29. KÄRKKAINEN, M., 1969: A study on tree injuries caused by mechanized timber transportation. Proceedings, IUFRO Meeting on "Thinning and Mechanization". Stockholm, Sweden, S. 136 ff.

30. KENNEL, E., 1972: Waldinventur und Holzaufkommensprognose in Bayern. AFZ Nr. 27, S. 615 ff.

31. KHALISY, M. et al., 1971: Fäll- und Rückeschäden in Buchenschwachholz in Abhängigkeit von Gelände, Jahreszeit, Sortenlänge und Rückeverfahren. Mitteilg. der Bad.-Württ. FVA Nr. 38, 57 S.

32. KRAMER, H. und KEUFFEL, W., 1974: Gassendurchforstung. Sonderdruck aus AFZ Nr. 7, 4 S.

33. KRIVEC, A., 1970: Die jugoslawische Dreitrommel-Seilwinde 3 BV-450 als Antrieb eines Seilkrans. Forstarchiv Nr. 9, S. 190 ff.

34. KROTH, W., 1974: Wirtschaftliche Aspekte der Durchforstung. Forstarchiv Nr. 2/3, S. 39 ff.

35. KULUSIĆ, B., 1971: Untersuchungen über das Rücken von Nadelholz unter besonderer Berücksichtigung der Belieferung von Holzhöfen. Diss. Freiburg i.Br., 222 S.

36. KUNZE, K., 1973: Gedanken zur Zinsberechnung. Forst- und Holzwirt Nr. 1, S. 4 ff.

37. KWF, 1971: Anweisung zur Herleitung von Maschinenbetriebskosten in der Forstwirtschaft, Mitteilg. d. KWF Band XII, 27 S.

38. LEITNER, A., 1971: Erfahrungen mit Lang- und Mittelstrekkenseilkranen im Gebirge. Allg. Forstztg. Wien, Nr. 5, S. 114 ff.

39. LIEBSCHER, E., 1966: Betriebsuntersuchungen beim Rücken. Diss. Hann.Münden, 246 S.

40. LINDER, A., 1960: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure, Basel/Stuttgart

41. LÖFFLER, H., 1973: Rücken von Schwachholz aus Steilhängen. Forstt. Inform. Nr. 1, S. 2 ff.

42. LÖFFLER, H., 1974: Funktionen und Möglichkeiten der Walderschließung. Der Forst- und Holzwirt Nr. 21, S. 449 ff.

43. LÖFFLER, H. und STÖHR, G., 1972: Kurzstreckenmobilseilkran in Durchforstungen am Steilhang. Forsttechn. Inform. Nr. 10, S. 78 ff.

44. LOETSCH, F. et al., 1973: Forest Inventory. Vol. II, BLV Verlagsgesellschaft, 469 S.

45. LYSONS, H.H., 1971: Cable logging in tomorrow's forest environment. Log/Symp. 5/34 Symposium on forest operations in mountainous regions, Krasnodar, UdSSR, Sept. 1971, 25 S.

46. MANN, C., 1971: Balloon-running skyline system. Log/Symp. 5/27, Symposium on forest operations in mountainous regions, Krasnodar, UdSSR, Sept. 1971, 12 S.

47. MÜLLER, T., 1974: Rückeschäden in Durchforstungsbeständen bei der Seilbringung im schwierigen Gelände (Untersucht am Beispiel des URUS-Mobilseilkrans). Dipl.Arbeit, München, 44 S.

48. NILSSON, P.O. und HYPPEL, A., 1969: Studies on Decay in Scars of Norway Spruce. Proceedings, IUFRO Meeting on "Thinning and Mechanization", Stockholm, Sweden, S. 140 ff.

49. OKAWARA, S., 1971: Eine neue Methode des Holzrückens mit leichter Kurzstreckenförderanlage. Bericht aus dem Institut für Forstbenutzung und Arbeitslehre, Landw. Fak. Staatl. Universität zu Iwate, Morioka, Japan, 55 S.

50. O'LEARY, J., 1969 a: Time study of a Washington 98 Yarder operating on strip thinning show. School of Forestry, Oregon State University, Oregon, 7 S.

51. O'LEARY, J., 1969 b: Time study of a lorain Yarder operating on a strip thinning show. School of Forestry, Oregon State University, Oregon, 14 S.

52. O'LEARY, J., 1973: Ein Vergleich einiger forstlicher Praktiken in den Alpen und in West Oregon. Forstw. Centralbl., Heft 4, S. 183 ff

53. O'LEARY, J. and MOSHER, F., 1971: Balloon logging in the Douglas-fir region of North-America, Log/Symp. 5/26, Symposium on forest operations in mountainous regions, Krasnodar, UdSSR, Sept. 1971, 18 S.

54. OSWALD, D., 1971: Versuche zur mechanisierten Durchforstung. AFZ Nr. 20, S. 402 ff.

55. OSWALD, D., 1973: Der norwegische funkgesteuerte Seilkran. AFZ Nr. 5, S. 86 - 87

56. PABST v. OHAIN, G.,1974: Rindenverletzungen beim Rücken von Bäumen mit Ästen in schwachen Fichtenbeständen. AFZ Nr. 7, S. 141 ff.

57. PECHMANN, H.v., 1974: Der Einfluß der Durchforstung auf die Holzqualität. Forstarchiv Nr. 2/3, S. 34 ff.

58. PESTAL, E., 1961: Seilbahnen und Seilkrane für Holz- und Materialtransport. Verlag Georg Fromme & Co, Wien und München, 510 S.

59. PESTAL, E., 1969: Schlepper- und Seilrückung bei der Mechanisierung der Forstnutzung. Internationaler Holzmarkt Nr. 25, S. 4

60. PESTAL, E., 1971: Entwicklung und Verfahren der Kurzstrekkenseilkrane in Österreich. Allg. Forstzeitung Wien, Nr. 5, S. 100 ff.

61. PFEIFFER, K. und KUHN, P., 1969: Schwachholzernte in Hanglagen. Ber. d. Eidgen. Anstalt für das Forstl. Versuchswesen, Birmensdorf ZH, Nr. 22. 24 S.

62. PFEIL, C., 1971: Das Vorrücken schwacher Langhölzer mit der funkgesteuerten, tragbaren schwedischen Seilwinde RADIOTIR 740, AFZ Nr. 3, S. 56

63. PLOCHMANN, R., 1974: Aufgaben und Grenzen der Mechanisierung von Forstbetrieben in Industrieländern. Holz-Zentralblatt Nr. 119, S. 1819 ff.

64. REFA, 1971: Methodenlehre des Arbeitsstudiums Teil 2: Datenermittlung. Carl Hanser Verlag München, 437 S.

65. SAMSET, I., 1969: Arbeidsmethoden ved montering og drift av radiostyrt kabelkran. Report on Forest Operation Research Nr. 7, S. 41 ff.

66. SAMSET, I., 1971: Classification of terrain on operational systems. Log/Symp. 5/3, Symposium on forest operations in mountainous regions, Krasnodar, UdSSR, Sept. 1971, 20 S.

67. SCHANTL, M., 1968: Die Teilmechanisierung der Bringung in extremen Lagen durch URUS. Holz-Kurier Nr. 51/52, Wien, S. 5 ff.

68. SCHANTL, M., 1971: Die Holzbringung mit dem Kippmast-Seilkran URUS 250/500. Allg. Forstztg. Wien, Nr. 5, S. 108 ff.

69. SINNER, H.-U., 1973: Simulating skyline yarding in thinning young forests. School of Forestry, Oregon State University, Oregon, 25 S.

70. SNEDECOR, G.W. and COCHRAN, W.G., 1971: Statistical Methods, Iowa State University Press., Iowa, 593 S.

71. STEINLIN, H., 1955: Zur Methodik von Feldversuchen im Hauungsbetrieb. Mitteilg. der Schweiz. Anstalt für das Forstl. Versuchswesen. XXXI. Band, H. 2, S. 249 ff.

72. STERZIK, H.K., 1972: Systeme der Hochmechanisierung bei der Schwachholzernte, FTI Nr. 10, S. 82 ff.

73. STERGIADIS, G., 1971: Research results on the operations of Isachsen type double-drum winches for skidding pine wood in Greek forests. Log/Symp. 5/57, Symposium on forest operation in mountainous regions, Krasnodar, UdSSR, Sept. 1971, 32 S.

74. STITZINGER, R. und PLETTENBERG, M. - Einsatz der funkgesteuerten Winde Radiotir beim Vorrücken von Durchforstungshölzern aus Steilhängen zur Seilkrantrass Im Druck.

75. STREHLKE, E.-G. et al., 1970: Forstmaschinenkunde. Verlag Paul Parey, Hamburg, 276 S.

76. STÖHR, G., 1973: Erste Ergebnisse der Untersuchungen mit URUS-Mobilseilkran im Schwachholz. Forstw. Centralbl. Nr. 6, S. 297 ff.

77. STÖHR, G., 1974: Probleme des Holztransports in Durchforstungen am Steilhang; Erfahrungen mit einem mobilen Kippmast-Seilkran. Aus: Führer zur Exkursion Interforst 74 "Beispiele für Holzernte und Holzvermarktung in süddeutschen Forstbetrieben". München. S. 3 ff.

78. TIMINGER, J., 1971: Arbeitsuntersuchungen bei der Seilbringung in Nadelholzhieben oberbayerischer Gebirgsforstämter. Diss. München, 156 S.

79. TIMINGER, J., 1972: Leistungsuntersuchungen bei der Seilbringung im Gebirge. FTI Nr. 10, S. 73 ff.

80. TIMINGER, J., 1974: Erntesysteme in Durchforstungen. Holz-Zentralbl. Nr. 11, S. 162 u. 163 und Nr. 68, S. 1057 und 1058

81. TIMINGER, J. und PECHMANN, H.v., 1971: Zeitstudien beim österreichischen Erntezug im Forstamt Partenkirchen/Obb., Forstw. Centralbl. Nr. 1, S. 42 ff.

82. TIPPETT, L.H.C., 1934: A snap-reading method of making time-studies of machines and operatives. Shirly Institute Memoirs Vol. XIII, part. IV, 35 S.

83. WEBER, E., 1972: Grundriß der biologischen Statistik. 7. Aufl., G.Fischer-Verlag, Stuttgart, 706 S.

84. WIEDEMANN, L., 1973: Erfahrungen mit der funkgesteuerten Motorseilwinde bei der Schwachholzbringung aus Durchforstungen. AFZ Nr. 18, S. 447

A N L A G E N

Anlage 1

Ablaufabschnitte und Meßpunkte

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
1.) ANFAHRT Anl. 4)			
Reine Arbeitszeit (RAZ)			
Fahrtzeit (Sp. 7) *)	Überstellung des Betriebsmittels zu einer Aufstellung	Betriebsmittel in Bewegung setzen	Eintreff am Einsa ort
Allgemeine Zeiten (AZ)			
Rüstzeit (Sp. 6)	Betriebsmittel für die Fahrt rüsten, Motor warmlaufen lassen, usw.		
Reparatur u. Wartung (Sp. 8)	unmittelbar vor, bei oder nach der Fahrt notwendige Instandsetzung oder -haltung.		
Sachliche Verteilzeit (Sp. 9)	Kraftstoff tanken während der Fahrt, usw.		
Persönl. Verteilzeit (Sp. 10)	Unterbrechen der Fahrt zwecks Erholung, Austreten, Zigarette rauchen, usw.		
Störzeit (Sp. 11)	Unterbrechen der Fahrt infolge technischer, organisatorischer oder verkehrsbedingter unvorhersehbarer Störungen.		
Nicht Auswertbar (NA) (Sp. 12)	Unterbrechen der Fahrt aus Gründen der Arbeitsstudie oder unsachgemäßer Bedienung des Betriebsmittels.		
Motorauslastung			
Maschinenstandzeit (Sp. 14)	Motor außer Betrieb.		
Maschinenlaufzeit	Ermittelt durch Differenzbildung der		

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
2.) MONTAGE u. DEMONTAGE a) Montage (Anl. 5) Reine Arbeitszeit (RAZ)			
Arbeitsplatz (Sp. 2)	Vorbereitungsarbeiten an dem Maschinenstationsplatz u. Bereitstellung aller notwendigen Elemente für eigentliche Montage.	Ende der Anfahrt zum Maschinenplatz.	Beginn de Aufstellu des Maste
Urusmast (Sp. 4)	Ausklappen der Mastteile, Aufrichten, Absichern u. Verankern des Mastes.	Lockerung von Sicherungen u. Ausklappen von Mastteilen.	Gespannte Ankerseil abklemmen
Endmast (Sp. 6)	Zurechtlegen der notwendigen Seilarmaturen, zum Endmast gehen u. montieren, verspannen u. Tragseil ins Klobenrad legen (in 5-15 m Höhe), zurückgehen.	Ergreifen von Seilarmaturen für Endmast.	Ankunft b Maschinen station oder ggf. bei Begin v. Montage arbeiten für Satte stützen.
Stellapparat und Laufwagen (Sp. 8)	Stellapp. u. Laufwagen auf das Tragseil setzen u. Abspringsicherung einbauen.	Zurechtlegen von Stellapp. u. Laufwagen.	Einwand-freies Ei klinken v Laufwagen in beide Stellapp. u. Arreti rung der letzteren auf dem schlappen Tragseil.
Tragseil (Sp. 10)	Tragseil bis zum Tragseilanker ausziehen, verankern, spannen u. Klemmvorrichtung arretieren.	Tragseil von der Mastspitze zu Boden ziehen.	Klemmvor-richtung des Trag-seiles arretier Spannung überprüf Tragseil trommel-übertrag

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
Zugseil (Sp. 12)	Zugseil von der Trommel abspulen, über Schwenkrolle des Mastes führen, durch Stellapp. (Entladestation) u.Laufwagen ziehen u. mit Lasthakenkegel verbinden.	Anpacken des Zugseiles oder notwendigen Werkzeuges.	Zugseil im Kegel befestigen.
Rückholseil (Sp. 14)	Rückholseil von der Trommel abspulen, über Schwenkrolle des Mastes führen, über Umlenkrollen im Bestand und am Endmast bis zurück zum Laufwagen ziehen u.mit letzterem verbinden, einschließlich Anbringen v. Umlenkrollen im Bestand.	Anpacken des Rückholseiles oder zu verwendender Umlenkrollen.	Befestigun am Laufwagen.
Hilfsseil (nur bei Urus 2,5t) (Sp. 16)	Hilfsseil von der Trommel abspulen u. ggf.über des Mast oder Umlenkrollen ausziehen zwecks Montagebehelf, nach Verwendung wieder aufspulen.	Ergreifen des Hilfsseiles.	Beendigung des Aufspulens.
Sattelstützen (Sp. 18)	Stützenteile von Maschinenstation zum Ort des zu montierenden Sattels in der Trasse tragen u. Aufbau desselben.	Zurechtlegen u. Aufladen der Stützenteile.	Rückkehr zur Maschinenstation oder Beginn and rer Montag arbeiten.
Stellapp.u. Laufwagen in Arbeitsposition (Sp. 20)	Stellapparate u. Laufwagen in die jeweils notwendige Position am Tragseil bringen, um mit der ersten Fahrt zu beginnen.	Lockern der Kniehebelklemmen.	Arretierer der Stellapparate auf endgültige Position an der Lade- bzw. Entladestation.

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
<u>Allgemeine Zeiten (AZ)</u> (i.w.S.)			
Störzeiten (ungerade Sp.3-21 u.22)	Unterbrechen der Tätigkeit infolge von unvorhersehbaren techn.u.organisat.Störungen,aufgegliedert nach Ablaufabschnitten,bei denen sie entstanden sind,einschließlich allgemeine Störzeiten.		
Signal (Sp. 23)	Bedienung der Funkgeräte zwecks Verständigung zwischen Be- und Entladestation.		
Warten	Ablaufbedingtes Warten der Mannschaft auf Erledigung von Ablaufabschnitten.		
Rüstzeit (Sp. 26)	Tätigkeiten zu Beginn u. Abschluß eines Arbeitstages (auf- u.abrüsten)		
Reparatur u. Wartung (Sp. 27)	Instandsetzung u. Wartung der Seilanlage einschließlich Zubehör (Arbeiten, die an Ort u. Stelle verrichtet werden).		
Sachliche Verteilzeit (Sp. 28)	Sachbedingte Anweisungen an die Mannschaft. Zusätzliches Werkzeug holen, Hände reinigen, usw.		

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
Persönliche Verteilzeit (Sp. 29)	Erholen, trinken, rauchen usw. während der Arbeitszeit.		
Bereitschaft (Sp. 24)	Bereitstehen zum unmittelbaren Eingreifen in eine Tätigkeit. Beobachten des Arbeitslaufabschnittes erforderlich.		
Pausenweg (Sp. 30)	Gehen zum Vesper- bzw. Mittagsort u. zurück.		
Nicht Auswertbar (NA) (Sp. 31)	Unterbrechungen aus Versuchsgründen oder unsachgemäßer Bedienung der Seilanlage nebst Zubehör.		
Motorauslastung			
Laufzeit (Sp. 33)	Motor in Betrieb.		
Standzeit (Sp. 34)	Motor außer Betrieb.		
Demontage (Anl. 8)			
Reine Arbeitszeit(RAZ)			
Stellapp. u.Laufwagen zur Maschinenstation (Sp. 2)	Stellapp.zusammen mit Laufwagen nach der letzten Fahrt von der Belade- zur Maschinenstation ziehen.	Beginn der Leerfahrt (holen des Stellapparates).	Arretieren des Stellapparates der Beladestation an der Maschinenstation
Sattelstütze (Sp. 4)	Spann- u.Verankerungsseile lockern,Ablassen des Sattelbügels.Alle Teile transportgerecht bereitstellen zwecks Überführung zur Maschinenstation, ggf. Hinauftragen.	Notwendiges Werkzeug zusammenstellen u. zur Sattelstütze gehen.	Mit den Stützenteilen an der Maschinenstation eintreffen

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
Hilfsseil (Sp. 12)	Verwendung zwecks Demontagebehelf, ausziehen über Mast oder sonstige Umlenkrollen. Das eigentliche Verrichten der Demontagearbeiten ist nicht inbegriffen. Wiederaufspulen des Hilfsseiles.	Ergreifen des Hilfsseiles zwecks Ausziehen.	Beendigung des Aufspulens des Hilfsseiles
Rückholseil (Sp. 8)	Rückholseil vom Laufwagen trennen, auf Trommeln spulen, Umlenkrollen im Bestand abmontieren.	Lösen des Rückholseiles vom Laufwagen.	Beendigung des Aufspulens bzw Umlenkrolle bei der Maschinenstation deponieren.
Tragseil (Sp. 6)	Tragseil entspannen, Verankerung lösen, einziehen u. auf Tragseiltrommel aufspulen.	Tragseiltrommel an Antriebswelle anschließen u. Tragseilklemme lösen.	Anstoßen de Tragseilend muffe an Mastumschwe rolle.
Stellapp.u.Laufwagen demontieren. (Sp. 14)	Stellapp.-Arretierung lösen, Stellapp. u. Laufwagen vom Tragseil heben u. ggf. transportgerecht herrichten.	Stellapp.-Arretierung lösen.	Stellapp.u. Laufwagen transportgerecht an den Wegrand legen.
Zugseil (Sp. 10)	Zugseil vom Kegel des Laufwagens lösen u. aufspulen.	Werkzeug ergreifen. Zugseilklemme lösen.	Beendigung des Aufspulens auf Trommel.
Endmast (Sp. 16)	Gehen zum Endmast, Verspannungsseile lösen, Tragseil auf Klobenrad heben, letzteres vom Baum lösen u. alle Teile zur Maschinenstation tragen zbw. ans Tragseilende binden.	Notwendiges Werkzeug zusammenstellen u. zum Endmast gehen.	Rückkehr z Maschinenstation bz Beginn ein neuen Ablaufabschn tes.

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
Urusmast (Sp. 18)	Verankerungen lösen, Mast entsichern, abkippen u. ggf. einklappen u. fahrtgerecht herrichten.	Klemmarretirung der Verankerungsseile lockern.	Umgelegten u. ggf. eingeklappten Mast absichern.
Arbeitsplatz (Sp. 20)	Fahrtgerechtes Verpacken u. Aufladen aller Teile der Seilanlage auf das Betriebsmittel oder Kombifahrzeug.	Zusammentragen u. aufladen der Elemente.	Aufladen des letzten Teiles des Zubehörs der Seilanlage.
Allgemeine Zeiten (AZ) (i.w.S.) (ungerade Sp. 3-22, u. Sp. 23-30)	Alle Zeiten wie bei Montage.		
Nicht Auswertbar (NA) (Sp. 31)	Wie bei Montage.		
SEILARBEIT			
Urusstation (Anl. 6)			
Reine Arbeitszeit (RAZ)			
Leerfahrt (Sp. 3)	Bergauf- oder Bergabbewegung des Laufwagens von Entlade- u. Beladestelle ohne Last.	Ausklinken des Laufwagens aus Stellapp.	Zubodengehen des Lasthakens.
Ausziehen (Sp. 5)	Händisches Ausziehen des Zugseiles zur bereitliegenden Last; die gleichzeitige Entnahme der leeren Choker-Seile ist inbegriffen.	Zum Zugseil hingehen u. Haken aufnehmen.	Erreichen der Last.

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
Anhängen (Sp. 7)	Einhängen der mit Choker bereitliegenden Lasten in den Haken des Zugseiles.	Anpacken des ersten Choker-Seiles zwecks Einhängen in Haken.	Einhängen des letzten Choker-Seiles in den Haken.
Beiziehen (Sp. 9)	Bewegung des Holzes vom Anhängepunkt im Bestand oder Beizugsgasse bis zum Laufwagen.	Anspannen des Zugseiles durch Windenbetätigung.	Einklinken des Hakens mit Last im Laufwagen.
Lastfahrt (Sp. 11)	Holztransport am Tragseil von Belade- zur Entladestelle.	In Bewegungsetzen des Laufwagens.	Zu-Boden-Gehen der Last an der Entladestelle.
Abhängen (Sp. 13)	Abnehmen der Choker mit den Lasten aus dem Haken, leere Seilschlingen in den Haken einhängen u. bis zum Laufwagen aufziehen.	In Bewegung setzen des bereitstehenden Springers, Maschinenführers oder Schlepperfahrers.	Einklinken des Hakens mit leeren Chokern in den Laufwagen.
<u>Allgemeine Zeiten(AZ)</u> (i.w.S.)			
. Störzeiten (gerade Sp.4-14 u. Sp.15)	Wie bei Montage.		
. Signal	Bedienung des Funkgerätes durch Maschinenführer.		
. Warten			
a) Beladestation (Sp. 17)	Unterbrechen der Nutzung wegen Nichtnachkommens der Arbeitskräfte an der Beladestelle.		

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
• Systembedingtes Warten (Sp. 18)	Unterbrechen der Nutzung wegen Nichtnachkommens des Betriebsmittels für Verstreifen und Gantern.		
• Stellapparat (Sp. 19)	Bewegung der Stellapp. von Hand durch den Windenführer oder mittels Zug durch den Laufwagen, Verstellen des Stellwagens an der Beladestelle nicht inbegriffen.		
• Rüstzeiten, Reparatur u. Wartung, Sachliche u. persönliche Verteilzeiten, Pausenweg. (Sp. 20-24)	Wie bei Montage.		
Nicht Auswertbar (NA) (Sp. 25)	Wie bei Montage.		
Motorauslastung			
• Standzeit (Sp. 27)	Arbeitszeit bei der der Motor stillsteht, Wartezeiten, Reparaturen usw.		
• Laufzeit	Ermittelt durch Differenzbildung der Kontrollzeit- u. der Standzeit.		
Ladestation (Anl. 7)			
Reine Arbeitszeit (RAZ)			
• Last bilden (Sp. 4)	Zusammenziehen von Stämmen zu einer Last, Schlingen holen (unter dem Stellapp.) u. diese um die Hölzer legen, ggf. wieder zurückgehen zum Stellapp.	In Bewegung setzen um leeren Choker zu holen oder Hölzer mit Sappi zurechtziehen.	Fertigstellen einer Last (i.d.R. die Last der nächsten Fahrt).

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
. Ausziehen (Sp. 6)	Zugseil mit Haken einzeln oder zu zweit in Richtung der bereitliegenden Last ausziehen.	In Bewegungsetzen um Haken des Laufwagens entgegenzunehmen.	Erreichen der bereitliegenden Last.
. Anhängen (Sp. 8)	Bereitliegende Lasten mit umgelegten Chokerseilen in den Haken am Zugseil einhängen.	Ergreifen des ersten Chokers.	Einhängen des letzten Chokers in den Haken am Zugseil.
. Bereitschaft (Sp. 10)	Begleiten der Last von Anhängestelle bis zum Laufwagen, oder gegenseitige Hilfe (z.B. beim Lastbilden, Umstellen des Stellapparates usw.).	Unmittelbar nach der Funkdurchsage an den Maschinenführer.	Einklinken der Last im Laufwagen bzw. Beginn der Lastfahrt.
Allgemeine Zeiten (AZ) (i.w.S.)			
. Störzeiten (Sp. 5,7,9,11)	Wie bei Montage.		
. Signal (Sp. 12)	Anweisungen über Funk an den Maschinenführer (kann jedoch gleichzeitig mit einer anderen Tätigkeit erfolgen).		
. Umstellen des Stellapp. (Sp. 13)	Kniehebelklemme lockern u. App. am Tragseil verschieben, bis zur nächsten Lastaufnahmestelle u. arretieren.	In Bewegungsetzen, um Sicherungskabel des Stellapp. u. Arretierungskette zu sichern.	Sicherungskabel u. Kniehebelklemme arret.

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
Entstören (Sp. 14)	Beseitigung von Störungen beim Beiziehen, Umstellen des Stellapp., Leerfahrt u. ggf. auch bei Lastfahrt (ausschließlich Störungen bei Lastbilden, ausziehen u. anhängen).		
Warten (Sp. 15)	Unterbrechen der Tätigkeit zwischen zwei Fahrtzyklen wegen fehlender Arbeit; z.B.:Bei längeren Zyklen wartet die Mannschaft an der Beladestelle auf die Rückkehr des Laufwagens.		
Systembedingtes Warten (Sp. 16)	Wie bei Maschinenstation.		
Rüstzeit,Reparatur u. Wartung,sachliche u.persönl. Verteilzeit, Pausenweg (Sp. 17-21)	Wie bei Montage.		
Nicht Auswertbar (NA) (Sp. 22)	Wie bei Montage.		
Verziehen u. Gantern (Anlage 9)			
MASCHINE			
Reine Arbeitszeit(RAZ)			
Abhängen URUS (Sp. 5)	Entnehmen der "vollen" Choker aus dem URUS-Lasthaken u. **ersetzen durch "leere" Chokerseile**	In Bewegung setzen zur abgelassenen Last.	Einhängen des letzten leeren Chokers in den Lasthaken des Laufwagens.

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
. Beladen (Sp. 9)	Ausziehen des Zugseiles zur Last u. anhängen derselben mittels der Choker oder des Zugseiles, Gehzeiten inbegriffen.	In Bewegung setzen, um Zugseil auszuziehen.	Anhängen des letzten Stükkes einer Last.
. Beiziehen (Sp. 10)	Angehängtes Holz bis zum Polterschild (bei Schlepper u. Unimog) ziehen.	In Bewegungsetzen um die Winde zu bedienen.	Loslassen der Bedienungshebel der Winde.
. Lastfahrt (Sp. 11)	Holz von Urus-Station oder Wegrand (bei direktem Beizug aus Bestand) bis zu den Gantern verstreifen.	In Bewegungsetzen des Betriebsmittels mit Last (Schlepper, Unimog) bzw. des Schäkels mit Last (RW 12)	Erreichen der Ganter.
. Abhängen (Sp. 12)	Last von Chokern oder Zugseil des entspr. Betriebsmittels lösen.	Zur Last in Bewegung setzen.	Entfernen der letzten Schlinge, ggf nach Einspulen des Zugseiles.
. Poltern (Sp. 13)	Stapeln der Hölzer am Wegrand oder auf Lagerplatz mittels Polterschild, Zugseil oder Sappi (händisch), wenden u. rangieren inbegriffen.	In Bewegungsetzen der Maschine od. des Menschen (händisch).	Wenden der Maschine zweck Beginn der Leerfahrt, oder Verlassen des Polters (RW 12 oder händisc
. Leerfahrt (Sp. 14)	Rückkehr der Maschine (Unimog, Schlepper) oder Schäkel (RW 12) vom Polterplatz zur Urusstation.	Zur Urus-Station in Bewegung setzen.	In Position fahren zweck Aufnahme der nächsten Las

Anlage 1 (Fortsetzung)

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
Allgemeine Zeiten (AZ) (i.w.S.)			
. Warten auf URUS (Sp. 4)	Unterbrechungen, die durch die ungleiche Zyklendauer des URUS u.Betriebsmittels für das Verstreifen u.Gantern auftreten.	Beendigung der Leerfahrt,einschließlich in Position fahren.	Beginn des Abhängens de Last vom URU Laufwagen.
. Störzeiten URUS (Sp. 6)	Unterbrechen der Nutzung (Unimog, Schlepper, RW 12) zwecks Entstörung bei URUS.		
. Restliche AZ URUS (Sp. 7)	Restliche allgem. Zeiten, die durch den URUS beim Verziehen u.Gantern eine Unterbrechung bewirken.		
. Warten auf Mannschaft (Sp. 8)	Ablaufbedingtes Unterbrechen der Nutzung innerhalb des Teams, Verstreifen u. Gantern.		
. Störzeit (Sp. 15)	Unterbrechen der Nutzung infolge von unvorhersehbaren technischen u.organisatorischen Störungen beim Verstreifen u.Gantern.		
. Rüstzeit,Reparatur u. Wartung, sachl. u. persönl.Verteilzeit, Pausenweg (Sp. 16-20)	Wie bei Montage.		
Nicht auswertbar (NA) (Sp. 21)	Wie bei Montage.		

Ablaufabschnitte	Beschreibung	Meßpunkte	
		Beginn	Ende
Motorauslastung			
. Standzeit (Sp. 25)	Wie bei URUS-Station		
. Laufzeit	Wie bei URUS-Station		
- SPRINGER			
Reine Arbeitszeit (RAZ)			
. Abhängen, URUS, Beladen, Abhängen, Poltern (Sp. 27,32,34,35)	Wie bei Maschinenzeiten der Anlage 9.		
. Bereitschaft (Sp. 33)	Bereitstehen zum unmittelbaren Eingreifen, ggf. zum Einweisen des Maschinenführers, z.B. beim Beiziehen, Mitfahren bei Last- u. Leerfahrt, Poltern usw.		
Allgemeine Zeiten (AZ) (i.w.S.)			
. Entstören (Sp. 28,36)	Unterbrechen der Tätigkeit zum Beseitigen von Störungen, die beim URUS (Sp. 28) oder beim Verstreifen u. Gantern (Sp. 36) auftreten.		
. Warten (Sp. 26,31)	Wie bei Maschinenzeiten der Anlage 9.		
. Rüstzeiten u. restliche AZ (Sp. 29,30,37-40)	Wie bei Maschinenzeiten der Anlage 9.		
Nicht Auswertbar (NA) (Sp. 41)	Wie bei Montage.		

FLÄCHENBLATT ERHEBUNGSBOGEN

1. Allgemeines

1.1 Land :

1.2 Forstamt :

1.3 Revier :

1.4 Distrikt :

1.5 Abteilung :

1.6 Einsatznummer :

2. Standortbeschreibung

2.1 Höhenlage über NN :

2.2 Exposition NW, N, NO, O
SO, S, SW, W :

2.3 Hangneigung (max. - min./i.D.) :

2.4 Bodenbeschaffenheit

2.4.1 Gut begehbar :

2.4.2 Schlecht begehbar :
(schlechter Stand bei der Arbeit, z.B. nass, sumpfig, glitschig, steinig)

2.4.3 Eis oder Schneeglätte

2.5 Bodenoberfläche

2.5.1 Glatt - Art der Verteilung (%) :

2.5.2 Konvex-Art der Verteilung (%) :

2.5.3 Konkav-Art der Verteilung (%) :

2.5.4 Besonderheiten :

2.5.5 Pfeil (aus der Karte) :

2.6 Bodenüberlagerung

2.6.1 Keine Steine - Art der Verteilung (%) :

2.6.2 Kleine Steine-Art der Verteilung (%) :

2.6.3 Große Steine, Felsblöcke u.ä.– A.d. Vert. (%):

2.6.4 Geröll, Schutt– Art der Verteilung :

2.7 Bodenbewuchs

2.7.1 **Ohne Bewuchs – Art der Verteilung (%):**

2.7.2 Stauden, Sträucher, Jungwuchs, Dornen

2.7.2.1 $\leq$ 1 m hoch – Art der Verteilung (%) :

2.7.2.2 $>$ 1 m hoch – Art der Verteilung (%) :

2.8 Forststraße / Weg

2.8.1 Breite :

2.8.2 Befestigt :

2.8.3 Nicht befestigt :

3. Bestandesbeschreibung

3.1 Gesamtbestand / Untersuchungsfläche

3.1.1 Baumarten

3.1.1.1 Mischungsverhältnis % :

3.1.1.2 Unter- u. Zwischenstand :
Baumart

3.1.2 Alter der aufzunehmenden Baumart :

3.1.3 Mittelhöhe der aufzunehmenden Baumart H i.D. : m

3.1.4 Bonität (Einrichtungswerk) :

3.1.5 Baumabstand A_3 i.D. : m

3.2 Ausscheidender Bestand / Untersuchungsfläche

3.2.1 Aufgenommene Baumart % :
Art der Verteilung

3.2.2 Art der Nutzung / Entnahme

3.2.2.1 Einzelstammweise–Art der Verteilung (%) :

3.2.2.2 Flächenweise –Art der Verteilung (%) :

3.2.2.3 Hiebsart :

3.2.3 Lage der Stämme

3.2.3.1 In der Trasse % der Gesamtbaumzahl :

3.2.3.2 In den Gassen % der Gesamtbaumzahl :

3.2.3.3 Im Bestand % der Gesamtbaumzahl :

3.2.4 Hiebsanfall

3.2.4.1 Stückzahl

3.2.4.2 Durchschnittliche Stückmasse

3.2.4.3 Gesamtmasse

3.3 Verbleibender Bestand / Untersuchungsfläche

3.3.1 Baumabstand A_3 i.D. : m

3.3.2 Masse : m^3(r)/ha

4. Witterung

DATUM	4.1 Temperatur °C			4.2 Rel.Luftfeucht. %			4.3 Schneehöhe cm				
	8	13	17	8	13	17		Art* R/S	von	bis	mm/cm

*R = Regen ; S = Schnee

Mittelwerte je Tag der Untersuchung							
DATUM	4.1 Temperatur °C	4.2 Rel. Luftfeucht. %	4.3 Schneehöhe cm	4.4 Niederschläge			
				Regen		Schnee	
				Stdn.	mm	Stdn.	mm

5. Beschreibung des Verfahrens

5.1 Flächengröße je Aufstellung (ha) :

5.1.1 Breite (m) :

5.1.2 Länge (m) :

5.2 Art der Rückewege

5.2.1 Trasse

5.2.1.1 Länge :

5.2.1.2 Breite :

5.2.1.3 Winkel zur Forststraße/Weg :

5.2.1.4 Sonstiges (Bewuchs, Felsen) :

5.2.2 Gasse

5.2.2.1 Länge (m) :

5.2.2.2 Breite (m) :

5.2.2.3 Winkel zur Trasse :

5.2.2.4 Sonstiges (Bewuchs, Felsen) :

5.3 Stützenzahl :

5.4 Rücken

5.4.1 Richtung

5.4.1.1 Bergauf :

5.4.1.2 Bergab :

5.4.2 Art der Last

5.4.2.1 Vollbaum-Längen von : bis : m

5.4.2.2 Rohschaft-Längen von : bis : m

5.4.2.3 Bloch-Längen von : bis : m

5.5 Hiebsanfall

5.5.1 Mittelstamm BHD : cm m.R.

5.5.2 Stammzahl :

5.5.3 Volumen i.G. : m^3(r)

5.5.4 Sortimente :

5.5.4.1 Stammholz : % m^3(r)

5.5.4.2 Schichtholz : % m^3(r)

5.5.4.3 Stangen : % m^3(r)

5.5.4.4 Grubenlangholz : % m^3(r)

5.5.5 Liegezeit im Bestand : Wochen

5.5.6 Holzfeuchtigkeit : %

5.5.7 Gesamtgewicht :

5.5.8 Anzahl der Seilfahrten :

5.5.9 Durchschnittsgewicht pro Fahrt : kg

5.5.1o Durchschnittsmasse pro Fahrt : m^3(r)

5.6 Benutztes Betriebsmittel

5.6.1 Seilkran :

5.6.2 Schlepper :

5.6.3 Sonstiges :

5.7 Zahl der Arbeiter

5.8 Arbeitsaufgabe

5.9 Arbeitsablaufabschnitte

5.10 Skizze der Aufstellung

5.11 Längenprofil der Trasse

6. Waldarbeiter

6.1 Arbeiter Nr. : (Arbeitsauftrag in der : Mannschaft)

6.1.1 Name

6.1.2 Vorname

6.1.3 Alter

6.1.4 Ausbildungsstand / Berufsbezeichnung :

6.1.5 Beschäftigungsart (regelmäßig/ständig) :

6.1.6 Beschäftigungsdauer in den letzten 2 Jahren

6.1.6.1 Holzhauerei :

6.1.6.2 Davon Seilarbeit : %

6.1.7 Besonderheiten (z.B. Verletzungen u.ä.)

6.1.8 Entlohnung

6.1.8.1 Hauerei Durchschnittsverdienst :

6.1.8.2 Durchschnittl. Zeitlohnverdienst :

6.1.8.3 Durchschnittl. Jahresverdienst :

6.1.8.4 URUS-Bedienungs-Mannschaftsverdienst im Durchschnitt pro Stunde :

6.1.9 Sonstiges

7. Aufnahmetrupp

7.1 Name des Truppführers :

7.2 Namen der Zeitnehmer :

7.2.1 :

7.2.2 :

7.2.3 :

7.3 Namen der Messgehilfen :

7.3.1 :

7.3.2 :

7.3.3 :

8. Datum

8.1 Zeitspanne der Voraufnahme

von : bis :

von : bis :

von : bis :

8.2 Zeitspanne der Zeitaufnahme

von : bis :

von : bis :

von : bis :

8.3 Zeitspanne des Einsatzes

Anfahrt : Masch.-Stunden

Montage : Masch.-Stunden

Seilarbeit : Masch.-Stunden

Demontage : Masch.-Stunden

8.4 Anzahl der Aufnahmetage :

8.5 Anzahl der Arbeitstage :

8.6 Aufnahmeintensität : % der Arbeitszeit

Datum : Versuchsleiter

Anlage 3
Einsatzort :
Messgehilfen:

Datum:

MASSENBLATT HIEBSAUFNAHMEBOGEN

Blatt Nr.

Einschlagsdatum :

Bringungsdatum :

Liegezeit im Walde Tage

Rohdichte kg/fm

Aufstellung Nr.	Proj.Code	Fahrt Nr.	Stamm Nr.	Baumart	Länge 0,1 m	Durchmesser BHD i.R. mm	Durchmesser MD i.R. mm	Durchmesser MD o.R. mm	Rindenstärke mm	Lagestamm	Wurzelanl.	Entastung	Fällrichtg.	dick- u. dünnärtig	Rindenart	Bemerkungen:
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	

Anlage 4

Einsatzort :

Zeitnehmer :

Datum :

Mannschaft : 1
2
3
4

ANFAHRTSZEIT AUFNAHMEBOGEN

NULLSTOPP.

Anfahrt von:
bis:

Blatt Nr.:

Kontrollzeit von: bis: Uhr

Insgesamt : min

Istzeit : min

Differenz 1/3 : min %

2/4 : min %

Aufstellung Nr.	Proj. Code	km - Stand		Entfernung km	Rüstzeit	Fahrtzeit	Verteil - zeiten			Störzeit	N.A.	Total Σ	Bemerkungen	Masch. standzeit
		Anfang	Ende				Rep. Wrtg.	Vs	Vp					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		14

Anlage 5

Einsatzort :
Zeitnehmer :
Datum :
Mannschaft : 1
: 2
: 3
: 4

MONTAGEZEIT AUFNAHMEBOGEN

Multimoment 25/100

Aufstellung Nr. :

Projekt Code :

Blatt Nr.:

Kontrollzeit von: bis: Uhr

Insgesamt	:	min	
Istzeit	1/2 :	min	
	3/4 :	min	
Differenz	1/2 :	min	%
	3/4 :	min	%

Arbeiter	Arb. Platz Stö	URBS Mast Stö	End - Mast Stö	Stell. Lauf - Wagen Stö	Trag -seil Stö	Zug -seil Stö	Rück- hol- seil Stö	Hilfs -seil Stö	Sattel -stüt -zen Stö	Sta + Law i. Arb. posit. Stö	Allg. Stör- zeit	Signal	Be- reit- schaft	War- ten	Rüst- zeit	Rep. War- tung	V_s	V_p	Pau- sen- weg	WA	To- tal	Bemerkungen :	Masch.zeit Lauf- zeit	Masch.zeit Stand- zeit
1	2 3	4 5	6 7	8 9	10 11	12 13	14 15	16 17	18 19	20 21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		33	34
																						Zahl der Sättel:		

Anlage 6
Einsatzort :
Zeitnehmer :
Datum :
Mannschaft : 1
: 4

Betriebszeit Aufnahmebogen URUSstation

Multimoment 25/100

Aufstellung Nr. :

Projekt Code :

Blatt Nr. :

Kontrollzeit von: bis : Uhr
Insgesamt : min
Istzeit 1 : min
4 : min
Differenz 1 : min %
4 : min %

Fahrt Nr.	Beginn Stamm Nr.	Leer fahrt	Stö	Aus ziehen	Stö	An häng.	Stö	Bei zie hen	Stö	Last fahrt	Stö	Ab hän gen	Stö	allg Stö zt.	Sig nal	War ten a. Bel.	Sys bed War	St ap	Rü	Rep	V s	V p	Pau sen weg	WA	Total	Stand URUS	BE m	TE m	Bemerkungen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	

Anlage 7

Einsatzort :

Zeitnehmer :

Datum :

Mannschaft : 2

: 3

BETRIEBSZEIT AUFNAHMEBOGEN LADESTATION

MULTIMOMENT 25/100

Aufstellung Nr. :

Projekt Code :

Blatt Nr.:

Kontrollzeit von: bis: Uhr

Insgesamt : min

Istzeit ($\frac{2+3}{2}$): min

Differenz : min %

Fahrt Nr	Beginn Dauer	Stamm Nr	Last bilden	Last bilden stö	Auszi Haken	Auszi Haken stö	Anhä Last	Anhä Last stö	Bereit schaft	allg Stör ztn.	Sig nal	Umst stell wagen	Ent stö ren	War ten	Syst bed. wart	RÜst zeit	Rep. Wart ung	Vs	Vp	Pau sen weg	Vem Ver lust	To tal Σ		Entfernung TE	Entfernung BE
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		24	25

Entfernung

Anlage 8

Einsatzort :
Z_eitnehmer:
Datum :
Mannschaft : 1
: 2
: 3
: 4

DEMONTAGEZEIT AUFNAHMEBOGEN

MULTIMOMENT 25/100
Projekt Code :
Aufstellung Nr.:

Blatt Nr.

Kontrollzeit von: bis: Uhr
Insgesamt : min
Istzeit 1/2 : min
3/4 : min
Differenz 1/2 : min %
3/4 : min %

Arbeiter	SW+LW Gr.Stat.	Stö	Sattel-Stütz	Stö	Trag-seil	Stö	Rück-hol-seil	Stö	Zug-seil	Stö	Hilfs seil	Stö	SW+LW Demon	Stö	End-Mast	Stö	URUS-Stat.	Stö	Arb. Platz	Stö	Allg. Stör-zeit	Signal	Be-reit-schaft	Rüst-zeit	War-ten	Rep. Wart-ung	V_s	V_p	Pau-sen weg	WA	Total	Bemerkungen	Masch.Zeit Lauf-zeit	Masch.Zeit Stand-zeit
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		33	34

Anlage 9
Einsatzort :
Zeitnehmer :
Datum :
Mannschaft : 4
: 5

AUFNAHMEBOGEN VERZIEHEN UND GANTERN

Unimog
Schlepper
RW 12

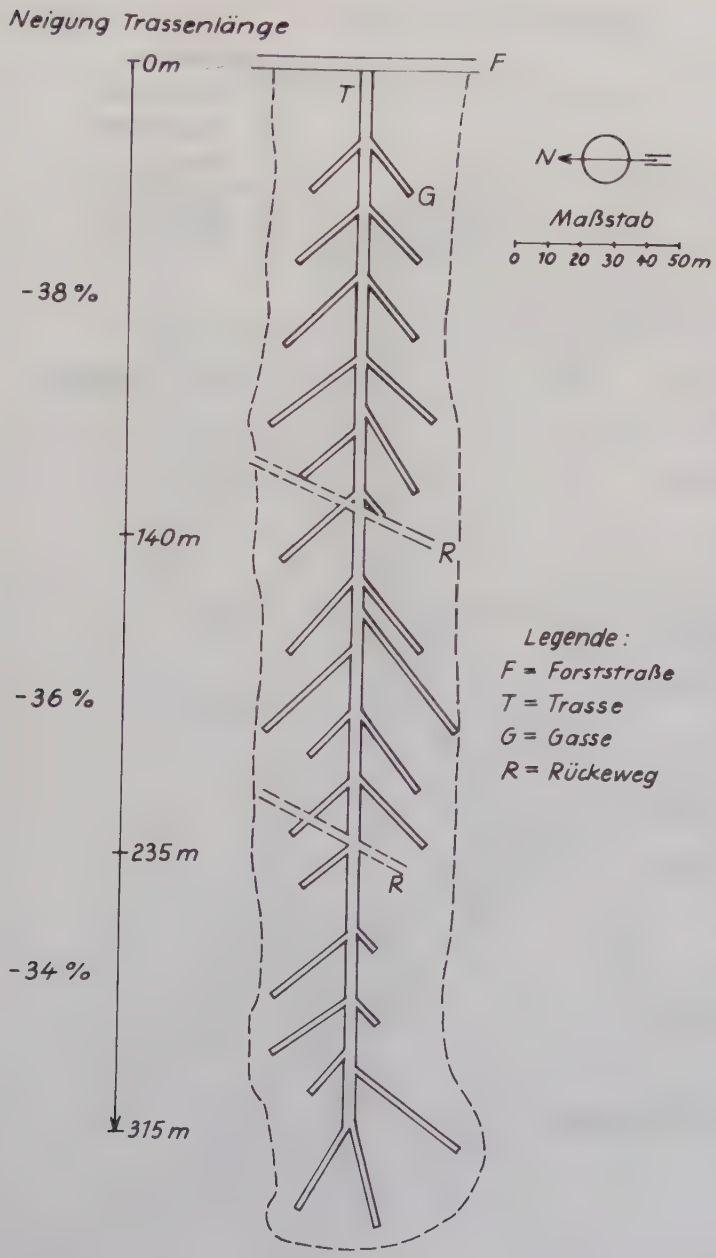
Multimoment 25/100
Aufstellung Nr. :
Verfahrenscode :

Blatt Nr. :
Kontrollzeit von : bis: h
Insgesamt: : min
Istzeit 4 : min
5 : min
Differenz 4 : min %
5 : min %

Fahrt Nr.	Beginn Dauer min	Stamm Nr.	Betriebsmittel War.UR	Abb.UR	Stö.UR	AZ UR	War.M.	Belad.	Beizi.	Lastf.	Abhä.	Polte.	Leerf.	Störz.	Rüst.	RE + W	Vs	Vp	Pw	N.A.	i.G.	Entf. Beiz.	Lastf.	Mas.Stand	Springer URUS War	Abh	Esö	RÜ	Az	Betriebsmittel War	Bel	Ber	Abh	Pol	Esö	RÜ	Vs	Vp	Pw	Na	i.G.	Bemerkungen
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43

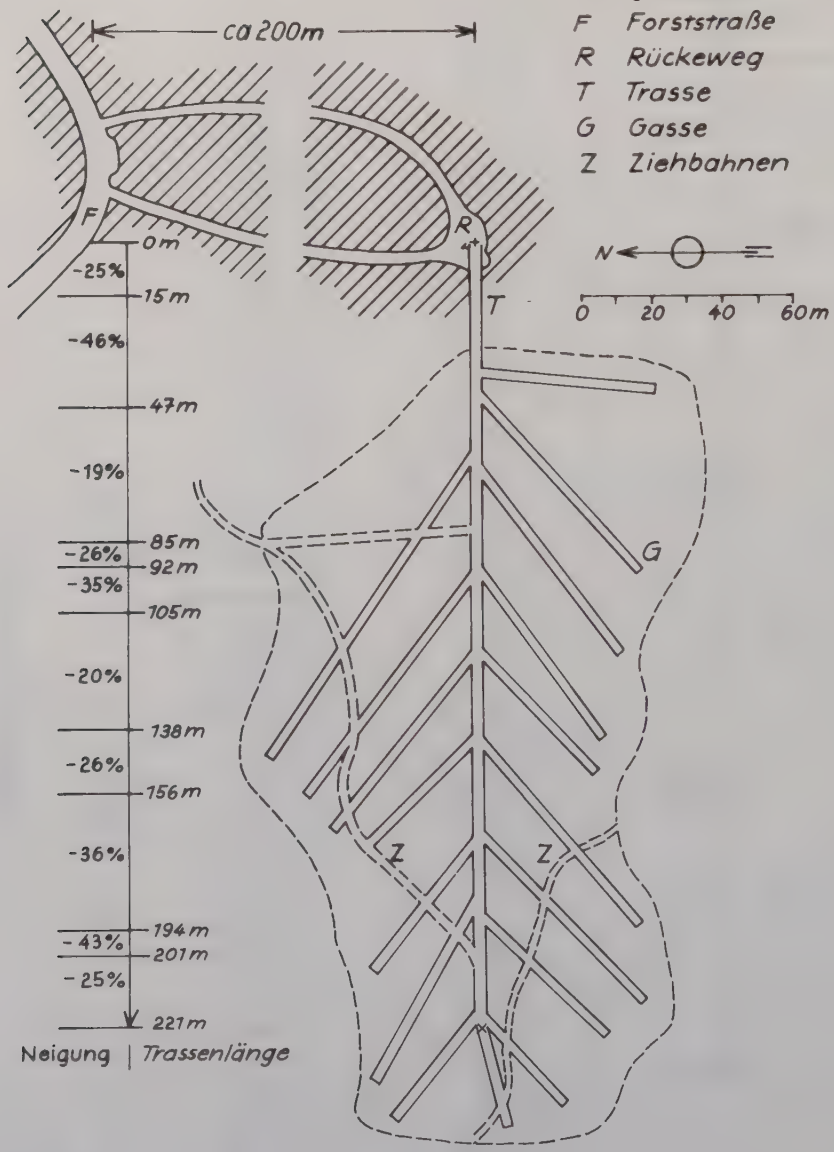
Anlage: 10

Aufstellung Nr. 5



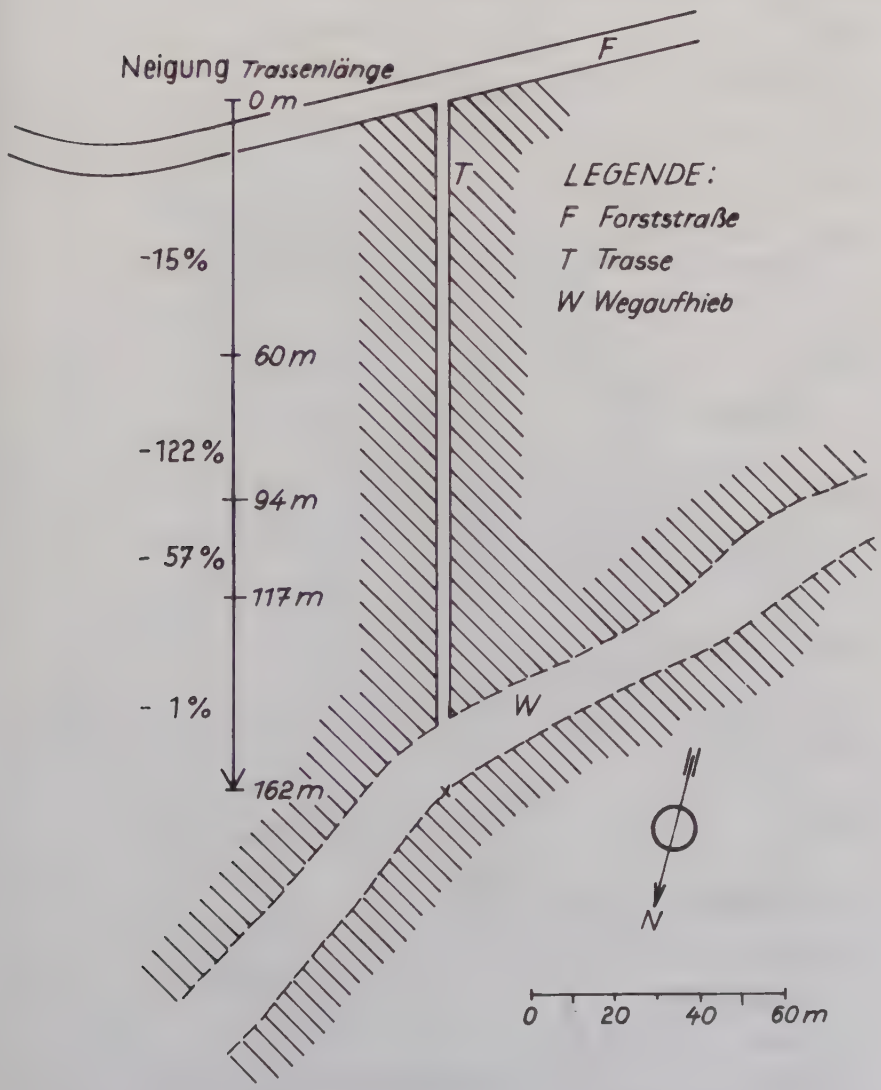
Anlage: 11

Aufstellung Nr. 15



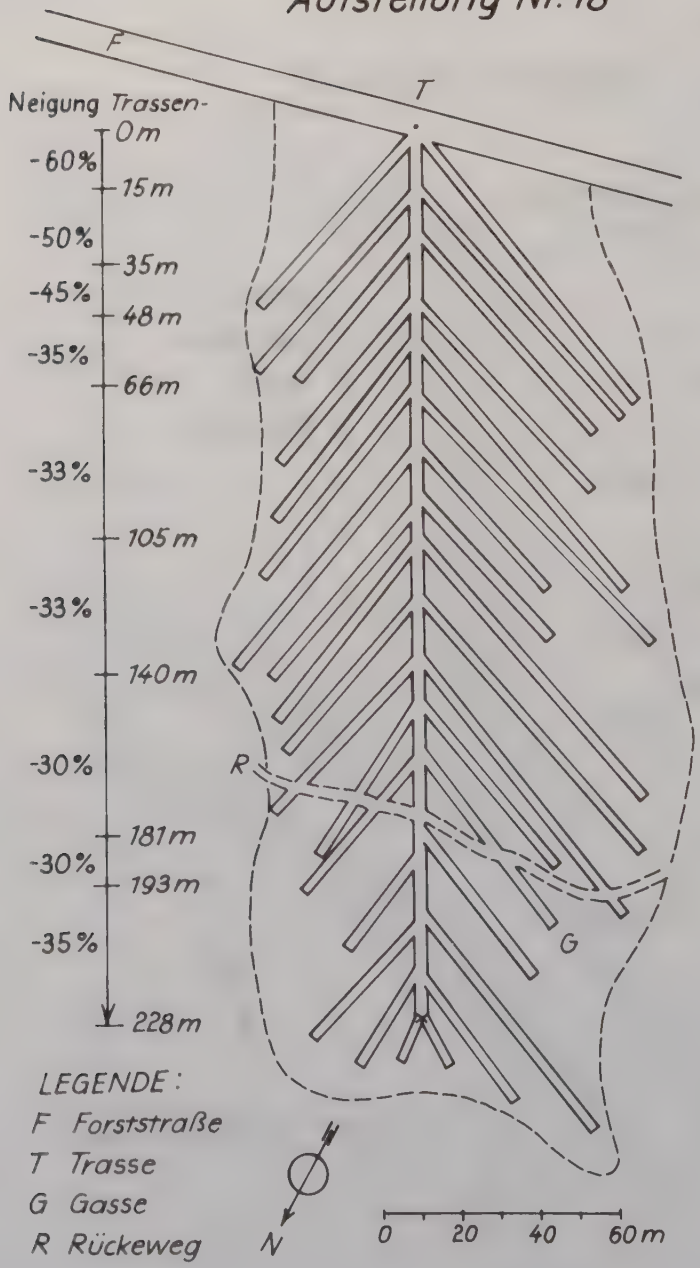
Anlage: 12

Aufstellung Nr. 17



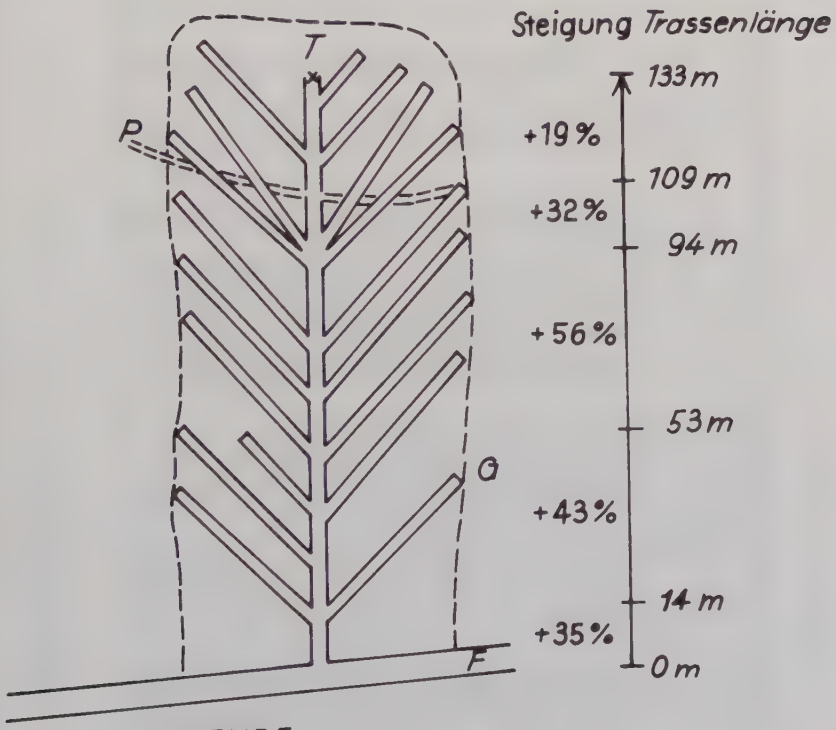
Anlage: 13

Aufstellung Nr. 18



Anlage: 14

Aufstellung Nr. 20



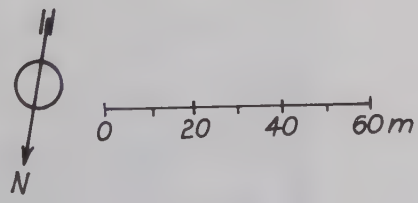
LEGENDE:

F Forststraße

T Trasse

G Gasse

P Pfad



Anlage 15

Montage URUS

Auf-stl. Nr.	RAZ min.	Warten min.	Rüst-zeit min.	Verteil-zeit min.	Stör-zeit min.	SA. AZ (Sp.3-6) min.	GAZ (Sp.2 + 7) min.	TL m	ND %	NM %	ENM m	Auf-arb.-grad	Sät-tel	Ar-bei-ter	Rücke richt
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	976,00	103,00	94,50	131,50	92,00	421,00	1.397,00	270	53	106	4	2	1	4	1
2	1.568,50	74,50	19,50	143,50	39,50	277,00	1.845,50	222	40	51	35	2	1	4	1
3	1.278,50	42,50	99,00	94,00	59,00	294,50	1.573,00	308	43	47	88	2	2	4	1
4	959,50	91,00	106,50	152,00	1,00	350,50	1.310,00	270	40	47	40	2	1	4	1
5	1.228,50	341,50	153,50	190,00	50,00	735,00	1.963,50	315	36	38	130	2	2	4	1
6	1.101,00	210,00	67,00	187,50	4,00	468,50	1.569,00	340	36	41	129	2	1	4	1
8	776,00	174,50	18,00	108,00	4,00	304,50	1.080,50	135	43	67	22	3	0	4	1
9	1.053,50	354,50	40,00	157,50	31,00	583,00	1.636,50	278	51	62	95	3	1	4	1
10	1.129,25	139,50	67,50	399,00	107,50	713,50	1.842,75	210	41	65	15	2	1	3	1
11	605,00	107,25	6,50	198,75	51,50	364,00	969,00	207	37	51	16	2	1	3	1
12	508,00	99,00	2,50	132,50	28,00	262,00	770,00	233	31	55	19	2	1	3	1
13	663,00	98,50	17,75	211,50	0,75	328,50	991,50	188	32	49	26	3	1	3	1
14	651,50	155,25	9,75	231,50	29,50	426,00	1.077,50	185	32	57	37	2	1	3	1
15	485,50	64,00	0,00	105,50	3,50	173,00	658,50	221	27	43	7	2	1	3	1
16	498,25	122,50	8,00	144,75	68,50	343,75	842,00	222	25	43	12	1	2	3	1
17	423,75	48,00	0,00	114,25	0,00	162,25	586,00	162	37	122	40	4	1	3	1
18	587,50	71,00	42,50	69,50	8,25	191,25	778,75	228	37	60	15	2	1	3	1
19	564,75	165,25	44,00	187,00	5,00	401,25	966,00	249	38	65	18	1	2	4	1
20	427,00	114,75	0,00	93,50	0,00	208,25	635,25	133	41	56	41	2	1	4	2

Anlage 16

Demontage URUS

Auf Stl. Nr.	RAZ min.	Warten min.	Rüst-zeit min.	Verteil-zeit min.	Stör zeit min.	SA.AZ (Sp.3-6) min.	GAZ (Sp.2+7) min.	TL m	ND %	NM %	ENM m	Auf-arb.-grad	Sät-tel	Ar-beiter	Rücke-richt.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	683,00	123,50	0,00	16,00	25,50	165,00	848,00	270	53	106	4	2	1	4	1
2	427,40	58,50	0,00	45,00	4,00	107,50	535,00	222	40	51	35	2	1	4	1
3	994,00	147,00	46,00	31,00	28,00	252,00	1246,00	308	43	47	88	2	2	4	1
4	332,50	157,50	29,00	35,50	17,50	239,50	572,00	270	40	47	40	2	1	4	1
5	726,00	163,50	91,50	99,00	0,00	354,00	1080,00	315	36	38	130	2	2	4	1
6	323,00	51,00	60,00	14,00	32,00	157,00	480,00	340	36	41	129	2	1	4	1
8	253,00	23,00	0,00	19,00	0,00	42,00	295,00	135	43	67	22	3	0	4	1
9	579,50	99,00	43,50	39,50	11,50	193,50	773,00	278	51	62	95	3	1	4	1
10	322,75	46,25	9,25	121,00	6,75	183,25	506,00	210	41	65	15	2	1	3	1
11	215,25	50,75	34,00	20,25	18,00	123,00	338,25	207	37	51	16	2	1	3	1
12	482,00	93,50	69,75	36,75	0,25	200,25	682,25	233	31	55	19	2	1	3	1
13	334,00	72,25	29,00	65,75	10,00	177,00	511,00	188	32	49	26	3	1	3	1
14	322,25	116,00	5,50	70,00	40,75	232,25	554,50	185	32	57	37	2	1	4	1
15	286,50	47,50	22,00	19,25	2,50	91,25	377,75	221	27	43	7	2	1	3	1
16	264,00	50,50	0,00	37,75.	0,75	89,00	353,00	222	25	43	12	1	2	3	1
17	224,25	51,75	4,00	59,00	2,50	117,25	341,50	162	37	122	40	4	1	3	1
18	237,75	92,00	0,00	18,50	2,00	112,50	350,25	228	37	60	15	2	1	3	1
19	334,50	52,00	24,00	45,00	3,50	124,50	459,00	249	38	65	18	1	2	3	1
20	179,50	0,00	9,00	7,50	0,00	16,50	196,00	133	41	56	41	2	1	3	2

Anlage 17

Ergebnisse der Regressionsrechnung

abhängige Variable : RAZ/Fahrt (min/F)

Vari-ante	x_i	Funk	N	b_o	b_i	t-Wert	B	F-Wert	$s_{\hat{y}x}$ %
V e r f a h r e n 1 : ↑, Vb, G									
Funktionsausgleich : optimal									
1,5 t	TE BE VL STL	lin	215	0,4464	0,0237 0,0515 0,8179 0,3813	25,86*** 16,04*** 2,59*** 4,98	0,857	315,70***	16,2
2,5 t	TE BE STL	lin	118	0,2565	0,0179 0,0427 0,7372	6,91*** 7,90*** 8,65	0,776	131,60***	19,
Funktionsausgleich : praxisorientiert									
1,5 t	TE BE	lin	215	1,4147	0,0255 0,0527	28,89*** 15,38***	0,835	538,11***	17,
2,5 t	TE BE	lin	118	1,6826	0,0299 0,0597	10,65*** 9,26***	0,629	97,45***	24,

Anlage 18

Ergebnisse der Regressionsrechnung

abhängige Variable : RAZ/Fahrt (min/F)

Variante	x_i	Funk	N	b_o	b_i	t-Wert	B	F-Wert	$s_{\hat{y}}$ %
Verfahren 2: ↑, R < 14 m, S									
Funktionsausgleich : optimal									
1,5 t	TE BE STL	lin	92	0,1391	0,0294 0,0665 0,5484	13,03*** 7,55*** 4,11***	0,741	83,92***	16,92
2,5 t	TE BE	ln	48	-0,1339	0,3656 0,2381	3,64*** 5,88***	0,679	47,56***	15,00
Funktionsausgleich : praxisorientiert									
1,5 t	TE BE	lin	92	1,0997	0,0326 0,0582	14,09*** 6,26	0,691	99,67***	18,37
2,5 t	TE BE	lin	48	2,2317	0,0623 0,0795	4,08*** 4,97***	0,621	36,90***	25,30
Verfahren 5: ↑, R < 14 m, G									
Funktionsausgleich : optimal									
1,5 t	TE BE VL STL	lin	198	0,3829	0,0250 0,0706 0,7075 0,5434	16,24*** 16,28*** 2,18* 6,88***	0,838	249,41***	17,56
Funktionsausgleich : praxisorientiert									
1,5 t	TE BE	lin	198	2,1968	0,0269 0,0874	16,64*** 20,69***	0,776	337,88***	20,54

Anlage 19

Ergebnisse der Regressionsrechnung

abhängige Variable : RAZ/Fahrt (min/F)

Variante	x_i	Funk	N	b_o	b_i	t-Wert	B	F-Wert	$s_{\hat{y}}^{x}$ %
Verfahren 3 : ↑R < 14 m, S + G									
Funktionsausgleich : optimal									
1,5 t	TE BE VL ENM	lin	478	2,7398	0,0263 0,0948 2,9732 -0,0190	20,80*** 17,17*** 7,18*** -7,37***	0,701	277,51***	24,26
2,5 t	TE BE ND NM ENM VST	ln	119	-0,4634	0,3036 0,0788 -1,3874 1,6200 -0,2500 -0,0904	6,41*** 5,58*** -2,66** 2,44* -3,02** -2,13*	0,615	29,81***	14,00
Funktionsausgleich : praxisorientiert									
1,5 t	TE BE	lin	478	2,7166	0,0273 0,0965	21,48*** 16,22***	0,636	415,61***	26,71
2,5 t	TE BE	lin	119	3,2586	0,0308 0,0822	7,89*** 7,50***	0,527	64,74***	23,38
Verfahren 4 : ↑R < 14 m, S + G vorgerückt mit Radiotir									
Funktionsausgleich : optimal									
2,5 t	TE BE STL	lin	60	0,9378	0,0272 0,0564 0,2853	8,85*** 2,76** 4,28***	0,716	47,07***	17,72
Funktionsausgleich : praxisorientiert									
2,5 t	TE	lin	60	2,9619	0,0305	9,06***	0,586	82,08***	21,03

Anlage 20

Ergebnisse der Regressionsrechnung

abhängige Variable : RAZ/Fahrt (min/F)

Variante	x_i	Funk	N	b_o	b_i	t-Wert	B	F-Wert	$s_{\bar{x}}$ %
Verfahren 6 : ↑, R > 14 m, S									
Funktionsausgleich : optimal									
1,5 t	TE BE VL STL	lin	69	0,0092	0,0241 0,0998 1,6704 0,4728	5,45*** 9,53*** 2,57* 3,41**	0,797	62,81***	19,73
Funktionsausgleich : praxisorientiert									
1,5 t	TE BE	lin	69	2,3032	0,0265 0,1147	5,33*** 10,31***	0,727	87,80***	22,54
Verfahren 7: ↑, R > 14 m, S + G									
Funktionsausgleich : optimal									
1,5 t	TE BE VL STL	lin	140	0,1506	0,0240 0,1059 1,1127 0,3559	14,82*** 11,61*** 2,62** 3,19**	0,837	173,19***	19,46
2,5 t	TE BE VL STL	ln	75	0,3980	0,2269 0,0922 -0,2296 0,3993	5,28*** 5,98*** -4,43*** 4,91***	0,747	51,78***	14,10
Funktionsausgleich : praxisorientiert									
1,5 t	TE BE	lin	140	1,9395	0,0251 0,1169	14,88*** 12,55***	0,807	286,69***	21,00
2,5 t	TE BE	lin	75	2,7965	0,0317 0,0818	7,33*** 9,82***	0,680	76,40***	20,99

Anlage 21

Ergebnisse der Regressionsrechnung

abhängige Variable : RAZ/Fahrt (min/F)

Variante	x_i	Funk	N	b_o	b_i	t-Wert	B	F-Wert	$s_{\hat{y}x}$ %
Verfahren 8: ↑,Kh, K zum Teil vorgerückt mit Schlepper									
Funktionsausgleich : optimal									
2,5 t	BE VL	lin	54	7,7773	0,0520 -0,4534	5,62*** -2,30*	0,408	17,54***	14,22
Funktionsausgleich : praxisorientiert									
- (wie oben) -									
Verfahren 9 :↓,R < 14 m, G									
Funktionsausgleich : optimal									
1,5 t	TE BE STL	lin	122	0,2503	0,0381 0,0734 0,5139	13,51*** 9,87*** 4,93***	0,782	141,17***	19,68
Funktionsausgleich: praxisorientiert									
1,5 t	TE BE	lin	122	1,1827	0,0404 0,0841	13,31*** 10,81***	0,737	166,86***	21,62

Anlage 22

Regressionsanalyse Leistung RAZ - optimale Ausgleichung

Abhängige : Y = Leistung RAZ (m^3 (r)/h)

Unabhängige : x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8

Verf.	Betr.-mittel	x_i	Funk.	N	b_o	b_i	t-Wert	B	F-Wert	s_{y_x} %
1	1,5 t	TE	ln	215	3,9277	-0,2897	-15,45***	0,792	199,75***	22,22
		BE				-0,0457	-11,82***			
		VL				0,9288	-25,16***			
		STL				-0,3044	- 7,40***			
	2,5 t	TE	ln	118	3,8496	-0,1795	- 5,26***	0,865	180,37***	15.83
		BE				-0,0263	- 4,86***			
		VL				0,9752	20,54***			
		STL				-0,5166	- 8,96***			
2	1,5 t	TE	ln	92	4,0209	-0,3601	- 8,82***	0,775	75,10***	30,02
		BE				-0,0297	- 5,56***			
		VL				0,9104	16,43***			
		STL				-0,1570	-3,22**			
	2,5 t	TE	ln	48	4,2268	-0,3654	-3,58***	0,869	97,06***	18,44
		BE				-0,2380	-5,78***			
		VL				1,0030	12,36***			
3	1,5 t	TE	ln	478	5,1715	-0,4317	-24,98***	0,765	307,45***	28,37
		BE				-0,0346	-12,67***			
		VL				0,8977	29,79***			
		NM				-0,4284	- 2,12*			
		ENM				0,1178	3,06**			
	2,5 t	TE	ln	119	3,8190	-0,3739	- 9,62***	0,880	165,08***	18,0
		BE				-0,0760	- 5,41***			
		VL				1,0484	22,11***			
		STL				-0,2070	- 3,65***			
		ENM				0,1219	2,43*			
4	2,5 t	TE	ln	60	4,9527	-0,5703	- 8,86***	0,906	179,52***	8,8
		BE				-0,0148	- 2,65*			
		VL				0,8224	10,39***			

Verf.	Betr.-mittel	x_i	Funk	N	b_o	b_i	t-Wert	B	F-Wert	s_{y_x} %
5	1,5 t	TE BE VL STL	lin	198	8,50147	-0,0380 -0,0756 9,4011 -0,7549	-11,88*** - 8,39*** 13,91*** - 4,59***	0,672	98,95***	30,4
6	1,5 t	TE BE VL STL	lin	69	6,8433	-0,0305 -0,1225 12,7378 -1,3404	- 4,32*** - 6,12*** 10,25*** - 5,06***	0,790	60,10***	23,2
7	1,5 t	TE BE VL	ln	140	4,3496	-0,4482 -0,0413 0,8550	-15,23*** - 8,01*** 13,67***	0,748	143,39***	14,8
	2,5 t	TE BE VL STL	ln	75	3,6964	-0,2269 -0,0922 1,2296 -0,3993	- 5,28*** - 5,98*** 23,74*** - 4,91***	0,931	234,35***	11,1
8	2,5 t	BE VL	lin	54	-0,3798	-0,1075 9,1010	- 4,73*** 18,84***	0,878	182,87***	13,5
9	1,5 t	TE BE VL STL	ln	22	4,8841	-0,5314 -0,0313 0,9828 -0,1981	-14,14*** - 6,73*** 20,44*** - 3,30**	0,869	194,64***	16,6

Anlage 23

RICHTWERTTABELLEN FÜR LEISTUNG AUF BASIS RAZ

Verfahren 1 : Bergauf, Vb, G

$\overline{TE}$ m	$\overline{BE}$ m	Mittl. Volumen/LAST $(\overline{VL})$ m^3(r) o.R./L									
		0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50
		Leistung - RAZ m^3(r) o.R./h									
		U R U S 1,5 t									
75	5	5,89	8,45	10,93	13,34	15,69	18,01				
	20	5,53	7,93	10,26	12,52	14,73	16,90				
	35	5,39	7,73	10,00	12,20	14,35	16,47				
100	5	5,40	7,76	10,03	12,23	14,40	16,52				
	20	5,07	7,28	9,41	11,48	13,51	15,50				
	35	4,94	7,09	9,17	11,19	13,17	15,11				
150	5	4,78	6,87	8,88	10,83	12,75	14,63				
	20	4,49	6,45	8,33	10,17	11,96	13,73				
	35	4,38	6,28	8,12	9,91	11,66	13,38				
200	5	4,39	6,30	8,14	9,94	11,70	13,42				
	20	4,12	5,91	7,64	9,33	10,98	12,59				
	35	4,01	5,76	7,45	9,09	10,70	12,26				
		U R U S 2,5 t									
75	5	5,53	7,91	10,19	12,40	14,56	16,67	18,75	22,83	26,80	
	20	5,24	7,49	9,64	11,74	13,78	15,79	17,76	21,61	25,38	
	35	5,12	7,32	9,43	11,48	13,48	15,44	17,37	21,14	24,82	
100	5	5,00	7,15	9,21	11,21	13,17	15,08	16,96	20,65	24,24	
	20	4,74	6,77	8,72	10,62	12,47	14,28	16,06	19,55	22,96	
	35	4,63	6,62	8,53	10,39	12,19	13,97	15,71	19,12	22,45	
150	5	4,34	6,21	8,00	9,73	11,43	13,09	14,73	17,92	21,04	
	20	4,11	5,88	7,57	9,22	10,82	12,40	13,94	16,97	19,93	
	35	4,02	5,75	7,41	9,02	10,59	12,13	13,64	16,60	19,49	
200	5	3,93	5,61	7,23	8,80	10,34	11,84	13,32	16,21	19,03	
	20	3,72	5,32	6,85	8,34	9,79	11,21	12,61	15,35	18,02	
	35	3,64	5,20	6,70	8,15	9,58	10,97	12,34	15,01	17,63	

Anlage 24

RICHTWERTTABELLEN FÜR LEISTUNG AUF BASIS RAZ

Verfahren 2 : Bergauf, R < 14m, S

$\overline{TE}$ m	$\overline{BE}$ m	Mittl. Volumen/LAST ($\overline{VL}$) m^3(r) o.R./L									
		0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50
		Leistung - RAZ m^3(r) o.R./h									
		U R U S 1,5 t									
75	5	5,44	7,73	9,92	12,04	14,11	16,13	18,11	21,98		
	20	5,23	7,44	9,55	11,59	13,58	15,52	17,43	21,15		
	35	5,15	7,32	9,40	11,41	13,37	15,28	17,16	20,83		
100	5	4,85	6,89	8,84	10,73	12,57	14,37	16,14	19,59		
	20	4,66	6,63	8,51	10,33	12,10	13,83	15,53	18,85		
	35	4,59	6,53	8,38	10,17	11,91	13,62	15,29	18,56		
150	5	4,12	5,86	7,52	9,13	10,69	12,22	13,72	16,66		
	20	3,96	5,64	7,24	8,78	10,29	11,76	13,21	16,03		
	35	3,90	5,55	7,12	8,65	10,13	11,58	13,00	15,78		
200	5	3,67	5,22	6,70	8,13	9,53	10,89	12,23	14,85		
	20	3,53	5,02	6,45	7,83	9,17	10,48	11,77	14,27		
	35	3,48	4,95	6,35	7,71	9,03	10,32	11,59	14,07		
		U R U S 2,5 t									
75	5	4,81	7,23	9,64	12,06	14,48	16,91	19,33	24,18	29,03	33,88
	20	3,46	5,20	6,93	8,67	10,41	12,16	13,90	17,38	20,87	24,36
	35	3,03	4,55	6,07	7,59	9,12	10,64	12,17	15,22	18,27	21,33
100	5	4,33	6,51	8,68	10,86	13,04	15,22	17,40	21,76	26,13	30,50
	20	3,12	4,68	6,24	7,81	9,38	10,94	12,51	15,65	18,79	21,93
	35	2,73	4,10	5,46	6,84	8,21	9,58	10,95	13,70	17,45	19,20
150	5	3,74	5,61	7,49	9,36	11,24	13,12	15,00	18,77	22,53	26,30
	20	2,69	4,03	5,38	6,73	8,08	9,44	10,79	13,49	16,20	18,91
	35	2,35	3,53	4,71	5,89	7,08	8,26	9,44	11,81	14,18	16,55
200	5	3,36	5,05	6,74	8,43	10,12	11,81	13,51	16,89	20,28	23,68
	20	2,42	3,63	4,85	6,06	7,28	8,49	9,71	12,15	14,59	17,02
	35	2,12	3,18	4,24	5,31	6,37	7,44	8,50	10,63	12,77	14,90

Anlage 25

RICHTWERTTABELLEN FÜR LEISTUNG AUF BASIS RAZ

Verfahren 3 : Bergauf, R < 14m, S + G

$\overline{TE}$ m	$\overline{BE}$ m	Mittl. Volumen/LAST ($\overline{VL}$) m^3(r) o.R./L									
		0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50
		Leistung - RAZ m^3(r) o.R./h									
		U R U S 1,5 t									
75	5	4,54	6,59	8,59	10,54	12,46	14,35	16,22	19,91		
	20	4,33	6,28	8,18	10,04	11,87	13,67	15,45	18,97		
	35	4,25	6,16	8,02	9,84	11,64	13,41	15,15	18,60		
100	5	4,03	5,85	7,62	9,35	11,06	12,74	14,40	17,67		
	20	3,84	5,58	7,26	8,91	10,53	12,14	13,72	16,84		
	35	3,77	5,47	7,12	8,74	10,33	11,90	13,45	16,51		
150	5	3,41	4,95	6,44	7,91	9,35	10,77	12,17	14,94		
	20	3,25	4,71	6,14	7,53	8,91	10,26	11,60	14,23		
	35	3,19	4,62	6,02	7,39	8,74	10,06	11,37	13,96		
200	5	3,03	4,39	5,72	7,02	8,30	9,56	10,81	13,26		
	20	2,88	4,18	5,45	6,69	7,91	9,11	10,29	12,64		
	35	2,83	4,10	5,34	6,56	7,75	8,93	10,10	12,39		
		U R U S 2,5 t									
75	5	4,46	6,65	8,82	10,99	13,15	15,31	17,46	21,75	26,03	30,29
	20	3,94	5,87	7,79	9,70	11,61	13,51	15,41	19,19	**22,97**	26,73
	35	3,74	5,58	7,40	9,22	11,04	12,84	14,65	18,25	21,84	25,42
100	5	4,01	5,98	7,93	9,88	11,82	13,76	15,70	19,55	23,40	27,23
	20	3,54	5,27	7,00	8,72	10,43	12,14	13,85	17,25	20,65	24,03
	35	3,36	5,01	6,66	8,29	9,92	11,55	13,17	16,40	19,63	22,85
150	5	3,45	5,14	6,83	8,50	10,18	11,84	13,51	16,83	20,13	23,43
	20	3,04	4,54	6,02	7,50	8,98	10,45	11,92	14,85	17,77	19,22
	35	2,89	4,31	5,73	7,13	8,54	9,94	11,33	14,12	16,89	19,66
200	5	3,10	4,62	6,14	7,64	9,15	10,65	12,14	15,12	18,10	21,07
	20	2,74	4,08	5,42	6,75	8,07	9,39	10,71	13,35	15,97	18,59
	35	2,60	3,88	5,15	6,41	7,67	8,93	10,19	12,69	15,19	17,67

Anlage 26

RICHTWERTTABELLEN FÜR LEISTUNG AUF BASIS RAZ

Verfahren 4 : Bergauf, R < 14m, S + G, vorgerückt m. Radiotir

$\overline{TE}$ m	$\overline{BE}$ m	Mittl. Volumen/LAST ($\overline{VL}$) m^3(r) o.R./L									
		0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50
		Leistung - RAZ m^3(r) o.R./h									
U R U S 2,5 t											
75	5	6,66	9,30	11,78	14,16	16,45	18,67	20,84	25,03	29,08	33,01
100	5	5,66	7,89	10,00	12,01	13,96	15,84	17,68	21,25	24,68	28,02
150	5	4,49	6,26	7,94	9,53	11,08	12,57	14,03	16,86	19,59	22,23
200	5	3,81	5,32	6,74	8,09	9,40	10,67	11,91	14,31	16,62	18,87
Verfahren 5 : Bergauf, R < 14m, G											
U R U S 1,5 t											
75	5	8,15	10,21	12,26	14,32	16,38	18,44	20,50	24,62		
	20	6,67	8,73	10,79	12,84	14,90	16,96	19,02	23,14		
	35	5,19	7,25	9,31	11,37	13,43	15,48	17,54	21,66		
100	5	7,24	9,30	11,36	13,42	15,48	17,54	19,60	23,72		
	20	5,77	7,82	9,88	11,94	14,00	16,06	18,12	22,24		
	35	4,29	6,35	8,40	10,46	12,52	14,58	16,64	20,76		
150	5	5,44	7,50	9,56	11,62	13,68	15,73	17,79	21,91		
	20	3,96	6,02	8,08	10,14	12,20	14,26	16,31	20,43		
	35	2,48	4,54	6,60	8,66	10,72	12,78	14,84	18,95		
200	5	3,63	5,69	7,75	9,81	11,87	13,93	15,99	20,11		
	20	2,16	4,21	6,27	8,33	10,39	12,45	14,51	18,63		
	35	0,68	2,74	4,79	6,85	8,91	10,97	13,03	17,15		

Anlage 27

RICHTWERTTABELLEN FÜR LEISTUNG AUF BASIS RAZ

Verfahren 6 : Bergauf, R > 14 m, S

$\overline{TE}$ m	$\overline{BE}$ m	Mittl. Volumen/LAST ($\overline{VL}$) m^3(r) o.R./L									
		0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50
		Leistung - RAZ m^3(r) o.R./h									
U R U S 1,5 t											
75	5	7,30	10,20	13,10	16,00	18,90	21,80	24,69	30,49		
	20	4,92	7,81	10,71	13,61	16,51	19,41	22,31	28,11		
	35	2,53	5,43	8,33	11,23	14,12	17,02	19,92	25,72		
100	5	6,20	9,10	12,00	14,90	17,80	20,70	23,59	29,39		
	20	3,82	6,71	9,61	12,51	15,41	18,31	21,21	27,01		
	35	1,43	4,33	7,23	10,13	13,02	15,92	18,82	24,62		
150	5	4,00	6,90	9,80	12,70	15,60	18,50	21,39	27,19		
	20	1,62	4,51	7,41	10,31	13,21	16,11	19,01	24,81		
	35	–	2,13	5,03	7,93	10,82	13,72	16,62	22,42		
Verfahren 8 : Bergauf, Kh, K											
U R U S 2,5 t											
150	5	3,63	5,91	8,18	10,46	12,73	15,01	17,29	21,84	26,39 (30,94) +	
	20	2,02	4,30	6,57	8,85	11,12	13,40	15,67	20,22	24,77 (29,32) +	
	35	0,41	2,68	4,96	7,23	9,51	11,79	14,06	18,61	23,16 (27,71) +	

+ Nur gültig im Kopfhochverfahren

Anlage 28

RICHTWERTTABELLEN FÜR LEISTUNG AUF BASIS RAZ

Verfahren 7 : Bergauf, R > 14m, S + G

$\overline{TE}$ m	$\overline{BE}$ m	Mittl. Volumen/LAST ($\overline{VL}$) m^3(r) o.R./h									
		0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50
		Leistung - RAZ m^3(r) o.R./h									
U R U S 1,5 t											
75	5	5,77	8,18	10,47	12,67	14,80	16,89	18,93	22,91		
	20	5,47	7,73	9,88	11,96	13,98	15,95	17,88	21,63		
	35	5,34	7,55	9,66	11,69	13,66	15,58	17,47	21,14		
100	5	5,09	7,19	9,20	11,13	13,01	14,84	16,64	20,14		
	20	4,80	6,79	8,69	10,51	12,29	14,02	15,71	19,02		
	35	4,69	6,64	8,49	10,27	12,01	13,70	15,35	18,58		
150	5	4,24	6,00	7,67	9,28	10,85	12,38	13,87	16,79		
	20	4,01	5,66	7,24	8,77	10,25	11,69	13,10	15,86		
	35	3,91	5,54	7,08	8,57	10,01	11,42	12,80	15,49		
200	5	3,73	5,27	6,74	8,16	9,54	10,88	12,20	14,76		
	20	3,52	4,98	6,37	7,71	9,01	10,27	11,52	13,94		
	35	3,44	4,87	6,22	7,53	8,80	10,04	11,25	13,62		
U R U S 2,5 t											
75	5	3,27	5,35	7,57	9,92	12,37	14,90	17,51	22,94	28,61	34,47
	20	2,81	4,59	6,50	8,52	10,62	12,80	15,04	19,71	24,51	29,61
	35	2,64	4,32	6,12	8,01	9,99	12,04	14,15	18,53	23,11	27,85
100	5	3,06	5,01	7,09	9,29	11,58	13,95	16,40	21,48	26,79	32,28
	20	2,63	4,30	6,09	7,98	9,95	11,98	14,09	18,45	23,01	27,73
	35	2,48	4,04	5,73	7,50	9,35	11,27	13,25	17,35	21,64	26,08
150	5	2,99	4,56	6,46	8,46	10,55	12,72	14,95	19,58	24,42	29,42
	20	2,40	3,92	5,55	7,27	9,07	10,92	12,84	16,82	20,97	25,27
	35	2,26	3,69	5,22	6,84	8,53	10,27	12,08	15,82	19,72	23,77
200	5	2,62	4,27	6,05	7,93	9,88	11,91	14,00	18,34	22,86	27,55
	20	2,25	3,67	5,20	6,81	8,49	10,23	12,02	15,75	19,64	23,66
	35	2,11	3,45	4,89	6,40	7,98	9,62	11,31	14,81	18,47	22,26

RICHTWERTTABELLEN FÜR LEISTUNG AUF BASIS RAZ

Verfahren 9 : Bergab, R < 14m, G

$\overline{TE}$ m	$\overline{BE}$ m	Mittl. Volumen/LAST ($\overline{VL}$) m^3(r) o.R./L									
		0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00	3,50
		Leistung - RAZ m^3(r) o.R./h									
		U R U S 1,5 t									
75	5	5,43	7,92	10,36	12,76	15,12	17,46	19,77			
	20	5,17	7,56	9,88	12,16	14,42	16,65	18,85			
	35	5,07	7,41	9,69	11,93	14,14	16,33	18,49			
100	5	4,62	6,75	8,83	10,87	12,88	14,88	16,85			
	20	4,41	6,43	8,42	10,36	12,28	14,18	16,07			
	35	4,32	6,31	8,26	10,17	12,05	13,91	15,76			
150	5	3,69	5,37	7,04	8,68	10,28	11,87	13,45			
	20	3,52	5,14	6,72	8,27	9,80	11,32	12,82			
	35	3,45	5,04	6,59	8,11	9,62	11,10	12,58			
200	5	3,14	4,59	6,00	7,39	8,76	10,12	11,46			
	20	3,00	4,38	5,72	7,05	8,35	9,65	10,93			
	35	2,94	4,29	5,61	6,91	8,20	9,46	10,72			

Anlage 30

Regressionsanalyse Volumen pro Last u.mittl.Stückvolumen pro Last (lineare Funktionssätze)

VL = f (VST)

Verfahr.	Variante	N	b_o	b_i	t-Wert	B	F-Wert	$s_{\hat{y}}$ %
1	1,5 t	215	0,2887	0,7737	11,37***	0,378	129,26***	31,75
	2,5 t	118	0,5827	1,0359	6,32***	0,256	39,99***	33,62
2	1,5 t	92	0,3208	0,6054	4,85***	0,207	23,52***	35,06
	2,5 t	48	0,7970	0,8784	7,28***	0,536	53,06***	33,01
3	1,5 t	478	0,5236	0,8181	10,84***	0,198	117,51***	34,94
	2,5 t	119	0,5918	1,9751	13,25***	0,600	175,58***	29,99
4	2,5 t	60	0,7501	3,2051	6,78***	0,442	45,91***	28,3
5	1,5 t	198	0,4639	1,2132	9,14***	0,299	83,59***	33,1
6	1,5 t	69	0,7610	0,3017	3,54***	0,158	12,57***	23,8
7	1,5 t	140	0,7753	0,4910	4,49***	0,127	20,14 ***	29,4
	2,5 t	75	0,7874	2,3133	11,10***	0,628	123,11***	29,0
8	2,5 t	54	1,5049	1,4012	5,62***	0,378	31,62***	24,5
9	1,5 t	122	0,3051	0,9985	8,56***	0,379	73,33***	31,6

Anlage 31

Kalkulationsgrundlagen

Erläuterung	Anschaffungskosten (A_n)				Norm. Nutzg. dauer (H) h	Ver-altg.-zeit (N) j	Jährl. Aus-lastg. (T) h/a	Auslastungs. schwll. $S_w = \frac{H}{N}$ h/a	Rep.-Kost.-Fakt. r
	URUS - 3oo - 1,5 t		URUS - 3oo - 2,5 t						
	Typ	DM[1]	Typ	DM[1]					
1	2		3		4	5	6	7	8
1. Unimog	U 84/4o6	51.69o,-	U 9o/416	52.65o,-	1o.ooo	1o	1.ooo	1.ooo	o,4
2. URUS									
- Seilgerät		38.o6o,-		68.22o,-	6.ooo	6	1.ooo	1.ooo	o,6
- Seilausrüstung									
. Tragseil	18mm Ø,48o m[2]	3.25o,-	22mm Ø,48o m[2]	4.77o,-	3.ooo				
. Ankerseile	16mm Ø, 3 Stck.[3]	1.74o,-	2omm Ø, 3 Stck.	2.4oo,-	3.ooo				
. Zugseil	9,5mmØ,33o m	67o,-	12mm Ø, 35o m	96o,-	1.ooo				
. Rückholseil	9,5mmØ,5oo m	1.o2o,-	12mm Ø, 65o m	1.46o,-	2.ooo				
. Hilfsseil	-	-	5,2mm Ø, 7oo m	56o,-	1.ooo	-	1.ooo	-	-
. Querseile	13mm Ø,2 Garnit.	3.58o,-	14mm Ø, 2 Garnit.	3.65o,-	3.ooo				
. Seilschlingen	12mm Ø,1o Stck.	25o,-	14mm Ø, 1o Stck.	3oo,-	1.ooo				
. Ladeschlingen	14mm Ø,2o Stck.	83o,-	14mm Ø, 2o Stck.	83o,-	1.ooo				
- Seilkran		1o.44o,-		13.34o,-	9.ooo	4	1.ooo	1.ooo	o,8
. Laufwagen	1 Stck.		1 Stck.						
. Stellapparate	2 Stck.		2 Stck.						
- Streckenausrüstg.		6.38o,-		7.93o,-	6.ooo		1.ooo		o,4
. Klobenräder	5 Stck.		7 Stck.						
. Montagerollen	2		5						
. Endmastrolle	1		1						
. Seilschuhe (Sättel)	2		2						
. Seilarmaturen	diverse kleinteile		diverse Kleinteile						
. Montagewerkz.									
- Sprechfunkanlage	3 Stck.	1.8oo,-	3 Stck.	1.8oo,-	3.ooo	3	1.ooo	1.ooo	o,5
3. Leichttransporter (gebraucht)	Daimler-Benz	12.ooo,-	Daimler-Benz	12.ooo,-	5.ooo	5	1.ooo	1.ooo	o,5
	Sa.	131.71o,-	Sa.	17o.87o,-					

1) 1 DM = 7 ÖS 2) 33o m Normalausstattung + 15o m Verlängerung mit Kupplung 3) Bei Normalausrüstung nur 2 Ankerseile

Anlage 31 (Fortsetzung)

Kalkulatorischer Zinsfuß (p) ..... 8 %
Faktor für Zinsberechnung (f) 0,6
Restwert (RW) ..... wird mit Null angesetzt
Treibstoffkosten (Unimog + Leichttransporter)
. URUS 1,5 t 2,5 l/Nstd.; Preis 0,82 DM/l ..... 2,05 DM/Nstd.
. URUS 2,5 t 2,8 l/Nstd.; Preis 0,82 DM/l ..... 2,30 DM/Nstd.

Schmiermittelkosten (in % der Treibstoffkosten) ..... 25 %
Wartungskosten (in % der Kosten des Maschinenführers) ..... 15 %
Versicherungsprämie ..... 600,- DM/a
Steuer ..... -
Garage ..... 600,- DM/a
Personalkosten (Zeitlohn + Tz (30 %) + LNK (131 %))
. 1 Maschinenführer ..... 17,50 DM/h
. 2 Arbeiter à DM 17,50 ..... 35,-- DM/h
Verwaltungskosten (in % der unmittelbaren Kosten) ..... 5 %
Wagnis und Gewinn ..... -

Anlage 32

Herleitung der Kosten je Nutzungsstunde

Erläuterung	SACHKOSTEN unveränd. Kosten: Zinsen= An.f.o,o / J	SACHKOSTEN unveränd. Kosten: 1)Versich.: J 2)Steuern : J 3)Garage : J	SACHKOSTEN bed. veränd. Kosten: Abschr. Ab = An/H	SACHKOSTEN bed. veränd. Kosten: Repar.= An-r/H	SACHKOSTEN vollveränd. Kosten: Kosten 1)Treibst. 2)Schmier. 25% v.1)	Personal-Kosten: 1)Masch.Füh. 2)2 Arbeiter x 17,5o DM/Nstd. 3)Wartung 15% v.1)	Verwaltungs-Kosten: 5 % Zuschlag zu Sp.2-7	
	DM / Nstd.							
1	2	3	4	5	6	7	8	
1. Unimog U 84/4o6	2,48		5,17	2,o7		1) 17,5o		
2. URUS 3oo - 1,5 t								
2.1 Seilgerät	1,83		6,34	3,81		2) 35,oo		
2.2 Seilausrüstung		1) o,6o						
. Tragseil	o,16		1,o8	-		3) 2,63		
. Ankerseile	o,o8	2) -	o,58	-				
. Zugseil	o,o3		o,67	-			98,41·o,o5	
. Rückholseil	o,o5	3) o,6o	o,51	-	1) 2,o5			
. Hilfsseil	-		-	-				
. Querseile	o,17		1,19	-	2) o,51			
. Seilschlingen	o,o1		o,25	-				
. Ladeschlingen	o,o4		o,83	-				
2.3 Seilkran	o,5o		2,61	2,o9				
2.4 Streckenausrüstung	o,31		1,o6	o,43				
2.5 Sprechfunkanlage	o,o9		o,6o	o,3o				
3. Leichttransporter	o,58		2,4o	1,2o				
	6,33	1,2o	23,29	9,9o				
	7,53		33,19		2,56	55,13	4,92	1o3,33 DM/Nstd.

1) 1 DM = 7 ö S

1. Unimog U 9o/416	2,53		5,27	2,11				
2. URUS 3oo - 2,5 t								
2.1 Seilgerät	3,27		11,37	6,82		1) 17,5o		
2.2 Seilausrüstung		1) o,6o						
. Tragseil	o,23		1,59	-		2) 35,oo		
. Ankerseile	o,12	2) -	o,8o	-	1) 2,3o			
. Zugseil	o,o5		o,96	-		3) 2,63		
. Rückholseil	o,o7	3) o,6o	o,73	-	2) o,58			
. Hilfsseil	o,o3		o,56	-			112,34·o,o5	
. Querseile	o,18		1,22	-				
. Seilschlingen	o,o1		o,3o	-				
. Ladeschlingen	o,o4		o,83	-				
2.3 Seilkran	o,64		3,34	2,67				
2.4 Streckenausrüstung	o,38		1,32	o,53				
2.5 Sprechfunkanlage	o,o9		o,6o	o,3o				
3. Leichttransporter	o,58		2,4o	1,2o				
	8,22	1,2o	31,29	13,63				
	9,42		44,92		2,88	55,13	5,62	117,96 DM/Nstd.

ANLAGE: 33

TECHNISCHE AUSLASTUNG DER MOBILSEILKRANE VOM TYP URUS

A. MAXIMALE ANHÄNGELASTEN

1. Vollbaumbringung im Kopfhochverfahren (V_1)

   URUS 1.5t : 1,7 m^3(r) o.R./L

   URUS 2.5t : 2,8 m^3(r) o.R./L

2. Rohschaftbringung im Kopfhochverfahren (V_2 - V_7, V_9)

   URUS 1.5t : 2,4 m^3(r) o.R./L

   URUS 2.5t : 4,1 m^3(r) o.R./L

3. Kurzholzbringung freischwebend (V_8)

   URUS 1.5t : 1,9 m^3(r) o.R./L

   URUS 2.5t : 3,1 m^3(r) o.R./L

B. TATSÄCHLICHE ANHÄNGELASTEN

Verf. Nr.	Erläuterung	Masch. Typ	$\overline{VL}$ m^3(r)	Technische Auslastung %
1	↑,Vb,G	1,5t 2,5t	0,52 0,82	30,6 29,3
2	↑,R<14 m,S	1,5t 2,5t	0,47 1,08	19,6 26,3
3	↑,R<14 m,S+G	1,5t 2,5t	0,63 1,15	26,3 28,1
4	↑,R<14 m,S+G	2,5t	1,46	35,6
5	↑,R<14 m,G	1,5t	0,78	32,5
6	↑,R>14 m,S	1,5t	0,90	37,5
7	↑,R>14 m,S+G	1,5t 2,5t	0,97 1,85	40,4 45,1
8	↑,Kh,K	2,5t	2,51	81,0
9	↓,R<14 m,G	1,5t	0,58	24,2

Anlage: 33 (Fortsetzung)

C. HERGELEITETE ANHÄNGELASTEN

Verf. Nr.	Erläuterung	Variante URUS-Typ	$\overline{VST}$ $m^3(r)$/Stck	$\overline{VL}$ $m^3(r)$/L	Techn. Auslastg. %
1	↑,Vb,G	1,5 t 2,5 t	0,1 0,4 0,1 0,4	0,27 0,62 0,57 1,16	15,9 36,5 20,4 41,4
2	↑,R<14m,s	1,5 t 2,5 t	0,1 0,4 0,1 0,4	0,32 0,55 0,73 1,29	13,3 22,9 17,8 31,5
3	↑,R<14m,S+G	1,5 t 2,5 t	0,1 0,4 0,1 0,4	0,65 0,89 0,66 1,52	27,1 37,1 16,1 37,1
4	↑,R<14m,s+G, vorger.m.Radiotir	2,5 t	0,1 0,4	0,87 2,13	21,2 52,0
5	↑,R<14m,G	1,5 t	0,1 0,4	0,51 1,00	21,3 41,7
6	↑,R>14m,S	1,5 t	0,4	0,83	34,6
7	↑,R>14m,S+G	1,5 t 2,5 t	0,4 0,4	1,04 1,85	43,3 45,1
8	↑,Kh,K	2,5 t	(0,4)[1)] 0,7	(1,90) 2,51	(61,3) 81,0
9	↓,R<14 m,G	1,5 t	0,1 0,4	0,30 0,73	12,5 30,4

1) Blöcher aus Kahlhieben haben i.d.R. ein $\overline{VST}$ > 0,4 $m^3(r)$ o.R., daher ist der Wert nicht direkt vergleichbar (Kahlschlagbedingungen (Verf.8) : $\overline{VST}$ = 0,72 $m^3(r)$).

Lebenslauf

Am 3.10.1945 wurde ich, Gerhard Wilhelm Dittmar STÖHR von HOLLEBEN, als Sohn des Kaufmanns Ludwig Stöhr H. und dessen Frau Elsbeth Stöhr geborene von Holleben, in Valparaiso, Chile, geboren. Von 1952 bis 1963 besuchte ich die deutschen Schulen von Viña del Mar, Valparaiso und Santiago (Chile). Nach dem Abitur 1964 immatrikulierte ich mich an der Universidad de Chile zu Santiago, Fachrichtung Forstwissenschaft. Das Studium schloß ich 1969 mit der Diplomarbeit "Untersuchungen über Methoden zur Wiederaufforstung semiarider Zonen in Chile mit Acacia caven (Mol.) Hook et Arn." und dem Staatsexamen ab. 1968 oblag mir im Rahmen eines Universitätspraktikums, die Flora des Nationalparks Peñuelas des Servicio Agrícola Ganadero im Kreis von Valparaiso (Chile) zu kartieren sowie ein Aufforstungsprogramm und die Erschließung des Parks auszuarbeiten. Von Ende 1968 bis Anfang 1970 war ich, zunächst als Mitarbeiter, später als selbstständiger Berater, in einem Büro für forstwirtschaftliche Beratung (Ingenieros Forestales Consultores Asociados) in Santiago, Chile, tätig (Aufforstungs- und Forsteinrichtungspläne, Wirtschaftlichkeitsstudien etc.). Anfang 1970 übernahm ich die Stelle eines Abteilungsleiters einer Zeitungspapierindustrie (Industrias Forestales S.A.) in Nacimiento, Chile, wo ich für die Verwaltung der gesellschaftseigenen Plantagen und Landgüter sowie für die Belieferung der Industrie mit Nadelholz verantwortlich war. 1971 begann ich in Freiburg als Stipendiat des Deutschen Akademischen Austauschdienstes mit den Untersuchungen, die sich dann 1974 in München in dieser Arbeit niederschlugen. Seit 1975 bin ich im Rahmen der Deutschen Entwicklungshilfe als Dozent an der Forstlichen Fakultät von Curitiba, Brasilien, tätig.